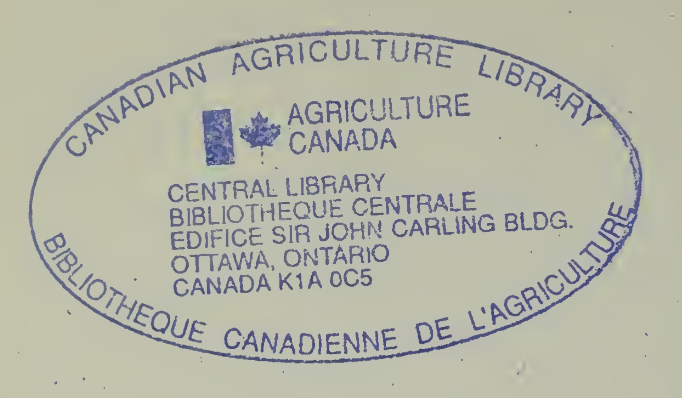
Agriculture
Canada



Direction générale de la recherche
Bulletin technique 1994-1F

La punaise terne et la production de fraises

Canada



Cover illustration
The images represent the Research Branch's objective: to improve the long-term competitiveness of the Canadian agri-food sector through the development and transfer of new technologies.
Designed by Research Program Service.

Illustration de la couverture
Les dessins illustrent l'objectif de la Direction générale de la recherche : améliorer la compétitivité à long terme du secteur agro-alimentaire canadien grâce à la mise au point et au transfert de nouvelles technologies.
Conception par le Service aux programmes de recherches.



La punaise terne et la production de fraises

N. J. BOSTANIAN
Station de recherches
Saint-Jean-sur-Richelieu
Bulletin technique 1994-1F

Direction générale de la recherche
Agriculture et Agro-alimentaire Canada
1994

On peut obtenir cette publication à l'adresse suivante :
Directeur
Station de recherches
Agriculture et Agro-alimentaire Canada
430, boulevard Gouin
Saint-Jean-sur-Richelieu (Québec)
J3B 3E6

N° de cat. A54-8/1994-1F
ISBN 0-662-98827-2
Agriculture et Agro-alimentaire Canada Contribution 335/93.

Also available in English under the title
The tarnished plant bug and strawberry production

TABLE DES MATIÈRES

AUTEURS

M.R. Binns
Direction générale de la recherche
Agriculture et Agro-alimentaire Canada
Ottawa, Ontario

N.J. Bostanian
Station de recherches
Direction générale de la recherche
Agriculture et Agro-alimentaire Canada
Saint-Jean-sur-le-Richelieu, Québec

D. D. de Oliveira
Département des sciences biologiques
Université du Québec à Montréal
Montréal, Québec

G. Mailloux
Station de recherches
Ministère de l'Agriculture,
des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
Saint-Bruno-de-Montarville, Québec

C. Vincent
Station de recherches
Direction générale de la recherche
Agriculture et Agro-alimentaire Canada
Saint-Jean-sur-le-Richelieu, Québec

PRÉFACE

La présente publication regroupe et résume les résultats compilés dans plusieurs documents publiés ou présentés à des rencontres scientifiques par les auteurs et par d'autres chercheurs ces dernières années. Les documents originaux ont été publiés dans diverses revues scientifiques et ne sont pas toujours facilement accessibles aux vulgarisateurs agricoles et aux producteurs. Cette publication devrait donc aider ces derniers à élaborer des stratégies de lutte contre la punaise terne dans les fraisières.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient M. Rick Mallett pour avoir redessiné les illustrations et la mise en pages de ce bulletin. Ils remercient également Mme Sylvie Bellerox et M. Normand Rousseau pour avoir révisé le manuscrit.

RÉSUMÉ

Le germoplasme du fraisier est très malléable. Cette espèce a subi de nombreuses sélections et hybridations visant à l'adapter à diverses régions du globe. Le fraisier pousse donc abondamment autant dans les pays chauds, comme le Mexique, que dans les régions tempérées, comme le Canada. Cependant, une variété mise au point pour une région géographique donnée s'adaptera en général mal ailleurs. En raison de cette particularité, les sélectionneurs ont dû en créer un grand nombre. La pollinisation par la gravité et par le vent est primordiale. Toutefois, bien que les insectes ne jouent qu'un rôle secondaire à cet égard, il faut les protéger.

La punaise terne, *Lygus lineolaris* (P. de Beauvois), est l'un des principaux ravageurs du fraisier dans l'est du Canada. C'est un insecte polyphage qui a comme hôtes de nombreuses mauvaises herbes et un grand nombre de végétaux d'importance économique. Quand les peuplements de mauvaises herbes sont perturbés à la suite d'une sécheresse naturelle ou du travail du sol, les punaises qui les infestent migrent vers les cultures commerciales, dont les fraisiers.

Nos connaissances sur la gestion de l'écosystème de la punaise terne sont encore rudimentaires. Nous réalisons toutefois des progrès. La pullulation des larves de cet insecte coïncide avec la phénologie du fraisier et les deux peuvent être décrites au moyen de modèles fondés sur la température.

Le rapport entre le nombre de larves et le rendement en fraises exprimé en kilogrammes est sigmoïde. Le seuil de nuisibilité correspond à 0,9 larve/hampe florale. Au-delà de cette limite, le rendement commercialisable est inversement lié aux dommages. Le seuil économique (SÉ) se situe entre 0,95 et 0,99 larve/hampe florale. Pour les fraises destinées à la transformation, on peut tolérer une telle densité. Cependant, pour les fraises écoulées sur le marché en frais, le seuil de traitement doit être beaucoup plus faible. Avec un seuil de traitement de 0,26 larve/hampe florale, le poids et la qualité des fraises ne diminuent pas. Toutefois, l'expérience démontre que, si l'on ne déclenche pas immédiatement des mesures de lutte en raison entre autres, du mauvais temps, les larves pulluleront en très peu de temps et provoqueront des pertes économiques excessives. Il est donc plus réaliste d'intervenir lorsque la densité atteint le seuil de 0,15 larve/hampe florale.

Lors des recherches, la plus forte densité observée pendant la période végétative a été de 2,5 larves/hampe florale. Quand les larves abondent, il faut appliquer un insecticide à un seuil de traitement de 0,15 larve/hampe florale pendant la floraison chez les cultivars Redcoat et Bounty. Toutefois, il est rare que les populations pullulent ainsi; la plupart du temps, celles-ci commencent à pulluler lorsque la chute des pétales est commencée. Il faut donc exercer une surveillance étroite en à un échantillonnage séquentiel peu après l'étape du bouton blanc et prendre des mesures de lutte dès que le seuil de traitement de 0,15 larve/hampe florale est atteint. Néanmoins, en dernière analyse, il revient aux producteurs de déterminer les niveaux de pertes qu'ils jugent acceptables. Au taux de 0,15 larve/hampe florale, on estime qu'environ 0,2 % des fraises seront endommagées à la récolte.

LE FRAISIER

N.J. Bostanian

La fraise telle que nous la connaissons aujourd'hui, soit *Fragaria X ananassa* Duchesne, existe depuis un peu moins de 250 ans. Elle provient du Nouveau Monde. Elle a été créée en Europe au milieu du 18[e] siècle grâce à l'hybridation de l'espèce nord-américaine *F. virginiana* Duchesne et de l'espèce sud-américaine *F. chiloensis* (L.). Depuis, grâce à des hybridations et à des sélections systématiques, la fraise moderne est devenu un fruit délicieux que l'on consomme comme dessert et qui possède aussi des qualités exceptionnelles pour la préparation de confitures, de crème glacée et de mélanges à gâteau.

Le tableau 1 présente la production de fraises de plusieurs pays. Le fraisier cultivé s'adapte facilement à divers milieux. L'interaction de facteurs environnementaux, comme la température, la photopériode, les maladies, les ravageurs, les conditions du sol et les fluctuations

Tableau 1 Production de fraises de divers pays en 1990

Pays	T. métriques[a]	Principales variétés
Canada	30 429	
Québec	11 386	Kent, Honeoye, Redcoat, Glooscap, Veestar
Ontario	8 693	Governor Simcoe, Kent, Veestar, Honeoye, Annapolis
C.-B.	5 577	Totem, Shuksan, Hood
USA	570 300	Chandler, Selva, Pajaro, Commander, Ken Sheehy, Swede, Selva, Dover, Totem, Benton, Shuksan, Honeoye, Kent, Glooscap, Earliglow, Allstar, Raritan, Redchief, Surecrop, Midway, Delite, Cardinal, Apollo[b]
Pologne	241 284	Senga, Sengana[c]
Japon	215 000	Kanto, Chubu, Kyusho[d]
Espagne	197 950	Chandler, Pajaro[c]
URSS	120 000	
Mexique	117 000	
Allemagne	115 000	Elvira, Elsanta[c]
Rép. de Corée	100 000	
Italie	91 500	Addie, Dana, Chandler, Pajaro[c]
France	87 000	Elsanta[c]
Royaume-uni	55 400	Honeoye, Elsanta, Bogota[c]
Yougoslavie	40 000	Senga, Sengana[c]
Production mondiale	2 357 756	

a Adapté de Anonyme, 1990
b Adapté de Chandler, 1991
c Adapté de Rosati, 1991
b Adapté de Oda, 1991

du taux d'humidité dans l'air et le sol, influe sur la qualité des fraises et des fraisières. Le genre *Fragaria* démontre une bonne capacité d'adaptation à un large éventail de régions. Cependant, les fraisiers d'un cultivar donné peuvent bien se comporter dans une région et donner de piètres rendements ailleurs. Néanmoins, c'est grâce au fort taux d'hétérozygotie des fraisiers, ainsi qu'au travail acharné de générations de producteurs de fraises et de chercheurs des secteurs privé et public, que nous en sommes arrivés aux niveaux de production actuels.

Aujourd'hui, les producteurs de fraises doivent relever des défis majeurs. Leur situation va progresser, bien qu'à un rythme plus lent, car les problèmes les moins difficiles ont été résolus durant les 50 dernières années. Ils devront néanmoins aplanir plusieurs difficultés au cours des prochaines années. Nous aborderons l'un de ces problèmes dans le présent bulletin, c'est-à-dire celui causé par la punaise terne, *Lygus lineolaris* (P. de Beauvois). Nous nous pencherons sur sa biologie, la dynamique de ses populations, sa synchronisation avec le développement du fraisier, les seuils de nuisibilité, l'échantillonnage des fraisières dans le sud du Québec, ainsi que les exigences concernant la pollinisation du fraisier.

POLLINISATION ET INSECTES POLLINISATEURS DANS LES FRAISIÈRES DU QUÉBEC

C. Vincent et D.D. de Oliveira

Pollinisation du fraisier

À l'origine, le fraisier était une espèce dioïque (portant des fleurs mâles ou femelles). Mais aujourd'hui, la plupart des cultivars (*Fragaria* x *ananassa* Duchesne) sont autogames et produisent des fleurs hermaphrodites à cinq pétales et cinq sépales (Darrow, 1966). La fraise est un fruit agrégé, composé de petits fruits placés sur un réceptacle commun et mûrissant ensemble en formant une seule baie. Le réceptacle s'élargit et constitue la portion comestible. Les véritables fruits du fraisier sont des akènes ou achaines. Si un ovule n'est pas fécondé, l'akène sera plus petit et non fonctionnel. Si un groupe d'ovules n'est pas fécondé, cette partie du réceptacle sera sous-développé, donnant une baie petite et déformée (planche I,G). Comme les stigmates sont habituellement réceptifs avant que le pollen des mêmes fleurs ne soit accessible, on préconise la pollinisation croisée (McGregor, 1976). Colbert et de Oliveira (1992) ont démontré que les baies qui proviennent de deux cultivars différents sont significativement plus lourdes que celles qui sont obtenues par pollinisation au sein d'un même cultivar. Chez les cultivars à étamines plus courtes, la pollinisation par les insectes est avantageuse (Connor et Martin, 1973). Ce caractère morphologique explique en partie les fluctuations du taux d'autofécondation d'un cultivar à l'autre (Connor et Martin, 1973; Bagnara et Vincent, 1988).

Certains cultivars attirent plus les insectes pollinisateurs que d'autres. Ainsi, lors d'essais au champ menés dans le sud du Québec, les fleurs du cultivar Elvira ont été butinées par deux fois plus d'abeilles que celles du cultivar Catskill (tableau 1). L'Elvira est le cultivar qui exerce aussi le plus d'attrait pour les autres insectes pollinisateurs.

Études sur la pollinisation

La pollinisation des fraisiers peut se faire de trois façons différentes, mais complémentaires, soit par la gravité, le vent et les insectes pollinisateurs.

Gravité Ce mode de pollinisation est responsable d'environ 72 % du poids des fruits chez le cultivar Midway (Connor, 1972) et le Redcoat (Pion et coll., 1980) et jusqu'à 80 % chez le cultivar Favourite (Free, 1968).

Vent Ce facteur serait responsable de 3 (Connor, 1972) à 8 % (Pion et coll., 1980) du poids à la récolte et d'un taux moyen de pollinisation de 56 % (Connor, 1972). Le tableau 3 résume les résultats obtenus par Connor (1972), Free (1968) et Pion et coll. (1980).

Insectes pollinisateurs Plusieurs espèces d'insectes butinent les fleurs de fraisier (tableau 4). Au

Tableau 2 Fréquence des visites des abeilles et des autres pollinisateurs sur les fleurs de 8 cultivars de fraisier.

Cultivar	Nombre de visites des abeilles par fleur		Nombre de visites des autres pollinisateurs par fleur	
	1984[a]	1985[b]	1984[a]	1985[b]
Catskill	24	42	21	11
Confitura	35	57	31	11
Elvira	74	100	41	14
Gorella	53	68	23	14
Korona	51	92	29	11
Redcoat	47	43	22	11
Scott	35	32	23	11
Veestar	55	46	24	12
PPDS (0,05)	14	19	12	8

a Moyenne de 21 observations × 100 (observation de 10 minutes chacune).
b Moyenne de 8 observations × 100 (observation de 10 minutes chacune).
(Avec la permission de Bagnara et de Vincent, 1988)

Tableau 3 Pollinisation des fraisiers : apport de la gravité, du vent et des insectes pollinisateurs

Conditions	Québec (Canada) (Pion et al. 1980) Redcoat			Angleterre (Free, 1968) Favourite			Michigan (É.-U.) (Connor, 1972) Midway		
	Poids moyen du fruit (g)	Poids du fruit* (%)	Fruits mal pollinisés (%)	Poids moyen du fruit (g)	Poids du fruit* (%)	Fruits mal pollinisés (%)	Poids moyen du fruit* (g)	Poids du fruit (%)	Taux de pollinisation (formation des akènes) (%)
Gravité + vent (50 %[a])	6,1	69	56	6,7	80	48,6	5,4	75	48
Gravité + vent (80 %[b])	6,8	77	53	–	–	–	5,9	78	56
Gravité + vent (70 %[c]) + abeilles sous cage	–	–	–	8,3	98	20,7	7,7	104	75
Gravité + vent (100 %) + pollinisateurs (pollinisation libre au champ)	8,8	100	7	8,4	100	15,4	7,4	100	77

* Pourcentage du poids moyen des fruits en situation de pollinisation libre au champ.
a,b,c Vitesse du vent réduite respectivement de 50, 20 et 30 % à cause du maillage des cages abritant les fraisiers.
D'après Vincent, de Oliveira et Bélanger (1990)

Tableau 4 Principaux hyménoptères pollinisateurs des fleurs de fraisier dans l'Utah (États-Unis) et au Québec (Canada) - (+ = présent; - = absent) - (Avec la permission de de Oliveira et coll., 1991).

Insectes	Utah (É.-U.)	Québec (Canada)	
	1970 et 1972 (d'après Nye et Anderson, 1974)	1978 et 1979 (d'après Pion et coll., 1980)	1987
Hyménoptères			
APIDÉS			
Apis mellifera L.	+	+	+
Bombus bifarius Cresson	+	-	-
Bombus centralis Cresson	+	-	-
Bombus huntii Greene	+	-	-
Bombus impatiens Cresson	-	+	-
Bombus rufocinctus Cresson	+	-	-
ANDRÈNIDÉS			
Andrena andrenoides Cresson	+	-	-
Andrena carlini Ckff	-	+	+
Andrena crataegi Robertson	+	+	-
Andrena cressonii Robertson	+	-	-
Andrena integra Smith	-	-	+
Andrena melanochroa Cockerell	-	-	+
Andrena miserabilis Cresson	+	-	-
Andrena nasonii Robts	-	+	+
Andrena (Biareolina) neglecta Dours	-	+	-
Andrena nivalis Smith	-	+	+
Andrena regularis Malloch	-	-	+
Andrena salicifloris Cockerell	+	-	-
Andrena spp.	+	-	-
Andrena wheeleri Graen	-	+	-
Nomadopsis scutellaris Fowler	+	-	-
HALICTIDÉS			
Agapostemon texanus Cresson	+	-	-
Agapostemon virescens F.	+	-	-
Augochlora pura Say	-	+	-
Augochlorella striata (Provencher)	-	-	+
Dialictus spp.	+	+	+
Evylaeus spp.	+	+	-
Evylaeus spp. #2	+	-	-
Halictus confusus arapahonum Cock.	+	+	-
Halictus confusus confusus Smith	-	-	+
Halictus ligatus Say	+	-	-
Halictus rubicundus Christ	+	+	-
Halictus tripartitus Cockerell	+	-	-
Sphecodes spp.	+	-	-

(suite)

Tableau 4 (suite)

Insectes	Utah (É.-U.)	Québec (Canada)	
	1970 et 1972 (d'après Nye et Anderson, 1974)	1978 et 1979 (d'après Pion et coll., 1980)	1987
MÉGACHILIDÉS			
Anthidium spp.	+	-	-
Hoplitis fulgida Cresson	+	-	-
Hoplitis producta interior Michener	+	-	
Osmia indeprensa Sandhouse	+	-	-
Osmia juxta Cresson	+	-	-
Osmia kinkaidi Cockerell	+	-	-
Osmia lignaria Say	+	-	-
Osmia nanula Cockerell	+	-	-
Osmia seclusa Sandhouse	+	-	-
Osmia simillima Smith	+	-	-
Osmia spp.	+	-	-
Osmia trevoris Cockerell	+	-	-
Megachile relativa Cresson	+	-	-
Megachile rotundata F.	-	+	-
Diptères			
SYRPHIDÉS			
Asemosyrphus polygrammus (Loew)	+	-	-
Chrysogaster bellula Williston	+	-	-
Chrysogaster paroa Shannon	+	-	-
Dasysyrphus venustus (Mg.)	-	-	+
Eristalis anthophorinus (Fallen)	+	-	-
Eristalis arbustorum (L.)	-	-	+
Eristalis barda Say	-	+	-
Eristalis bastardii Macq.	-	-	+
Eristalis brousii Williston	+	-	-
Eristalis latifrons Loew	+	-	-
Eristalis obscura Lw.	-	-	+
Eristalis spp.	+	-	-
Eristalis spp. #2	+	-	-
Eristalis stipator OS.	-	-	+
Eristalis tenax (L.)	+	-	+
Eristalis transversa Wd.	-	+	+
Eumerus strigatus (Fallen)	+	-	-
Eupeodes volucris Osten Sacken+	-	-	
Helophilus fasciatus Walk.	-	-	+
Helophilus latifrons Loew	+	-	+
Helophilus lunulatus Meigen	+	-	-
Helophilus spp.	+	-	-
Helophilus stipatus Walker	+	-	-
Lejops hamatus (Lw.)	-	-	+

(suite)

Tableau 4 (suite)

Insectes	Utah (É.-U.)	Québec (Canada)	
	1970 et 1972 (d'après Nye et Anderson, 1974)	1978 et 1979 (d'après Pion et coll., 1980)	1987
Merodon equestris (F.)	+	-	-
Metasyrphus spp.	-	-	+
Orthonevra pulchella (Will.)	-	-	+
Platycheirus clypeatus (Mg.)	-	-	+
Sericomyia militaris Walk.	-	-	+
Sphaerophoria spp.	+	+	+
Syritta pipiens (L.)	-	-	+
Syrphus ribesii (L.)	-	-	+
Temnostoma alternans Lw.	-	-	-
Xylota flavitibia Bigot	+	-	-
Xylota (Syritta) pipiens (L.)	+	-	-
BOMBYLIDÉS			
Bombylius major L.	-	+	-
Bombylius pygmaeus Fab.	-	+	-
Bombylius spp.	+	-	-
Villa spp.	+	-	-
Villa utahensis Maughan	+	-	-
CALLIPHORIDÉS			
Bufolucilia silvarum (Meigen)	+	-	-
Calliphora spp.	+	-	-
Phaenicia sericata (Meigen)	+	-	-
Phormia regina (Meigen)	+	-	-
Pollenia rudis (F.)	+	-	-
TACHINIDÉS			
Gonia spp.	+	-	-
Peleteria iterans (Walker)	+	-	-

Québec, on en compte au moins 45 (Pion, 1980, et de Olieira, 1991). Dans l'ensemble, l'apport global de plusieurs espèces d'insectes joue entre 20 à 23 % du poids moyen en fruits (Connor, 1972; Free, 1968; Pion et coll., 1980). Toutefois, on ne sait pas vraiment quel est l'apport précis de chaque espèce pollinisatrice. Selon Nye et Anderson (1974), l'abondance d'un insecte donné est une piètre mesure de son importance relative pour la pollinisation. Ils proposent plutôt une méthode fondée sur la quantité de pollen libre transporté par l'insecte, sur la taille de ce dernier et sa pilosité, de même que sur le contact avec les étamines et les stigmates pendant le butinage.

L'abeille domestique, l'*Apis mellifera*, est certainement un important pollinisateur du fraisier (Nye et Anderson, 1974). Selon des expériences menées sous cages, les chercheurs ont déterminé que les abeilles étaient responsables de 18 à 26 % du poids des fraises (Free, 1968; Connor, 1972). Selon Connor (1972), bien que 75 % environ des ovules aient été fécondés, 20,7 % des fraises étaient déformées. Au cours d'une étude menée dans le sud-ouest du Québec sur la Veestar, les abeilles ont butiné les fleurs quatre fois : ces visites ont duré au total une quarantaine de secondes (Chagnon et coll., 1989), la première, la seconde, la troisième et la quatrième ayant respectivement duré en moyenne 25, 9, 4 et 4 secondes. Après s'être posées sur les fleurs, les abeilles se déplacent de haut en bas plusieurs fois au centre de la fleur pour atteindre les nectaires qui sont situés à la base du réceptacle (Chagnon et coll., 1993). Par contre, certains syrphes, andrènes et halictes sont simplement trop petits pour atteindre la plupart des étamines. En outre, les chercheurs ont observé que certaines espèces se posent sur un pétale pendant plusieurs minutes pour sucer le nectar sans toucher aux stigmates ou aux étamines (Vincent, données inédites).

Le nombre de visites et la qualité de celles-ci (durée et contact avec les parties florales) influent sur le taux de pollinisation. Un chercheur de l'ancienne URSS, Skrebtsova (1957) a établi un rapport positif entre le nombre de visites et le poids moyen des fruits. Les fleurs du cultivar Mysovka, qui ont été butinées par les abeilles une fois, de 6 à 10 fois et de 21 à 25 fois, ont donné des fruits dont le poids moyen respectif est de 3,2, 4,1 et 8,1 g. Selon ce chercheur soviétique, les abeilles doivent butiner les fleurs de 16 à 19 fois pour que la pollinisation des fraisiers soit complète (nouaison à 100 %). Étant donné que le pollen n'est accessible que pendant 3 à 4 jours et qu'il est difficile de prédire le temps qu'il fera pendant la floraison, l'utilisation d'abeilles maximiserait les probabilités d'une fécondation totale du pistil ou compléterait l'action des pollinisateurs naturels (Chagnon et coll., 1993).

Intégration des programmes de lutte contre les ravageurs et de protection des pollinisateurs

Les études menées jusqu'à maintenant ont porté sur des problèmes distincts, soit la lutte antiparasitaire et la pollinisation des fraisiers. Actuellement, l'application d'insecticides repose sur la phénologie de la plante et, plus récemment, sur les seuils économiques d'endommagement par les insectes ravageurs. La décision de traiter ne tient pas compte de nos connaissances sur l'apport bénéfique des pollinisateurs. La conception d'un bon programme de lutte antiparasitaire intégrée devrait permettre de maximiser les rendements en favorisant l'activité des pollinisateurs tout en réduisant au minimum les pertes causées par les ravageurs.

Comme pour toute mesure de lutte biologique, il y a des limites à l'utilisation des abeilles pour la pollinisation des fraisiers. D'abord, les abeilles ne butinent pas à des températures inférieures à 12 °C, ni les journées de grand vent (Seeley, 1985). Cependant, quand il vente beaucoup, l'apport relatif du vent à la pollinisation est relativement plus marqué que celui des insectes pollinisateurs. Deuxièmement, malgré les avantages que comportent les insectes pollinisateurs pour certaines variétés, il serait bon de pousser les recherches afin de déterminer le nombre de ruches à implanter par hectare. Ce nombre dépend de la superficie de la fraisière et du cultivar (McGregor, 1976). Troisièmement, les pesticides appliqués sur les fraises ne sont pas

seulement toxiques pour les pollinisateurs indigènes ou domestiques, mais nuisent à leur activité. Par exemple, les pyréthroïdes sont des répulsifs pour certains insectes pollinisateurs.

Par conséquent, avec certains cultivars comme le Redcoat, il faut éviter d'appliquer des insecticides à partir du moment où la floraison atteint 5 % et attendre la chute des pétales des fleurs secondaires. Cette pratique respecte le seuil de traitement dont il a été question plus haut. L'idéal consisterait à utiliser le seuil de traitement à l'extérieur d'une fenêtre phénologique (du taux de floraison à 5 % des fleurs primaires à la chute des pétales des fleurs secondaires), comme on le fait actuellement pour les cultures fruitières qui exigent une pollinisation croisée, notamment les pommiers, les pruniers et les pêchers. Étant donné que les stigmates sont réceptifs pendant 2 à 3 jours, une fenêtre d'environ 7 jours sans pulvérisation d'insecticides offrirait suffisamment de temps pour la pollinisation des fleurs primaires et secondaires. Par ailleurs, comme les pollinisateurs butinent les fleurs surtout entre 10 et 15 h (Petkov, 1965; Pion, 1980), il est préférable de traiter les fraisiers après 18 h.

D'autres pratiques antiparasitaires, comme les traitements fongicides, peuvent nuire à la pollinisation. Des fongicides comme le captane et le thiophanate-méthyl, qui servent à enrayer la moisissure grise (*Botrytis cinerea* Fr.), nuisent à la pollinisation en réduisant la germination des grains de pollen (Eaton et Chen, 1969a; Khanizadeh et Buszard, 1987), ce qui se traduit par une hausse du pourcentage de fruits déformés bien que sans baisse significative du rendement. Les pulvérisations de captane soit juste avant ou après la pollinisation provoquent une diminution de la nouaison (Eaton et Chen, 1969b). On sait peu de chose à propos des effets des fongicides sur le butinage.

BIOLOGIE DE LA PUNAISE TERNE

G. Mailloux et N.J. Bostanian

La punaise terne, *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois), est un ravageur cosmopolite qui vit sur un large éventail de légumes, de fruits, de plantes ornementales, ainsi que sur des cultures fourragères et textiles (annexe). Selon Young (1986), cet insecte peut vivre sur plus de 300 espèces végétales. Il est très répandu en Amérique du Nord, de l'Alaska au sud du Mexique. L'importance des pertes économiques causées par ce ravageur dépend du comportement migratoire de l'adulte et de la phénologie de la plante hôte.

Selon l'espèce de l'hôte, la punaise terne, en s'en nourrissant, causera : 1) une déformation du fruit; 2) une croissance anormale; 3) une nécrose; 4) l'abscission des structures fructifères; 5) la production de graines ratatinées ou sans embryon (Tingey et Pillemer, 1977).

Stades biologiques

Oeufs Les oeufs fraîchement pondus sont translucides. Ils jaunissent ensuite. Ils sont ovales et légèrement recourbés sur un côté. L'une des extrémités est obtuse et très arrondie, et l'autre, tronquée presque plate. Le chorion (coquille d'oeuf durcie) est lisse. Les oeufs mesurent de 0,85 à 1,06 mm de longueur et de 0,22 à 0,28 mm de largeur (planche I,A).

Larves Il existe cinq instars de morphologie analogue et tous sont verts. Les larves marchent rapidement et tombent facilement quand elles sont dérangées.

Premier stade Ces larves possèdent un corps vert jaunâtre caractérisé par la présence d'une tache orange pâle au milieu du bord caudal du troisième segment abdominal. Le corps mesure de 0,85 à 1,10 mm de longueur et environ 0,40 mm de largeur. Au niveau des yeux, la tête mesure de 0,34 à 0,36 mm de largeur (planche I,B).

Deuxième stade Ces larves possèdent un corps de couleur variant de jaunâtre à vert pois jaunâtre. La tache sur le troisième segment abdominal est jaune orange vif, avec une tache légèrement plus petite sur le bord postérieur. Le corps mesure de 1,30 à 1,65 mm de longueur et environ 0,60 mm de largeur. La tête mesure de 0,45 à 0,52 mm de largeur au niveau des yeux.

Troisième stade Le corps est vert. La glande abdominale est repérable grâce à une tache noire.

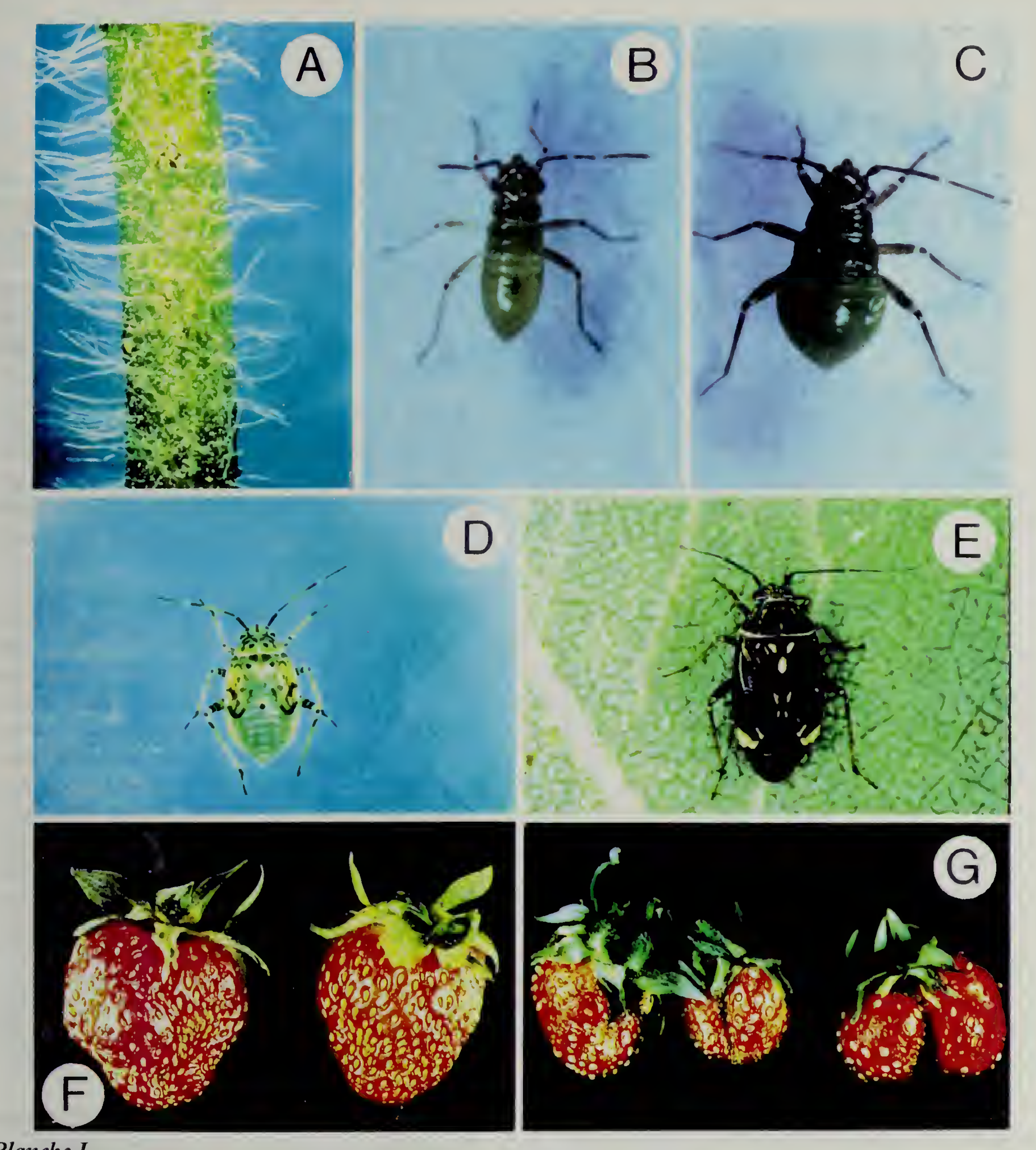


Planche I

A-Oeufs de punaises ternes à l'intérieur du pédicelle d'un jeune fraisier. B-Larve de premier stade. C-Larve de troisième stade. Noter la tache noire de la glande abdominale. D-Larve de cinquième stade. Noter les quatre taches noires sur le thorax. Les ébauches alaires sont jaunâtres, présentent des stries brunes irrégulières et s'étendent jusqu'au cinquième ou sixième segment abdominal. E-Adulte : brunâtre foncé F-Baies montrant des dommages causés par la punaise terne. G-Baies montrant des signes de pollinisation incomplète. (avec la permission de B. Bérancourt)

Vers la fin de ce stade apparaissent quatre taches thoraciques foncées. Les ébauches alaires font aussi leur apparition et s'étendent jusqu'au deuxième segment abdominal. Le corps mesure de 1,7 à 2,2 mm de longueur et environ 1 mm de largeur. Quant à la tête, elle mesure de 0,58 à 0,60 mm de largeur au niveau des yeux (planche I,C).

Quatrième stade La couleur varie considérablement à ce stade, mais c'est le vert, le rouge, le blanc et le noir qui prédominent. Les quatre taches thoraciques noires sont proéminentes. On observe une grande tache noire sur le bord caudal du troisième segment abdominal et deux bandes rougeâtres proéminentes sur chaque fémur. Les ébauches alaires s'étendent jusqu'au troisième segment abdominal. Le corps mesure de 2,1 à 2,7 mm de longueur et environ 1,5 mm de largeur. La tête mesure de 0,78 à 0,82 mm de largeur au niveau des yeux.

Cinquième stade Bien que de couleur variable, le corps est en général verdâtre. La tête jaunâtre possède cinq stries longitudinales brunâtres convergeant derrière, mais sans atteindre le bord postérieur du vertex. Le thorax et les ailes naissantes sont jaunâtres et caractérisés par des lignes brunes irrégulières. L'abdomen est jaunâtre ou jaune verdâtre. Les ébauches alaires s'étendent jusqu'au cinquième ou sixième segment abdominal et les nervures commencent à apparaître. On observe aussi quatre taches noires sur le thorax. La glande abdominale dorsale est indiquée par une tache noire bien visible sur le bord caudal du troisième segment abdominal. La couleur des pattes varie. Le corps mesure de 3,2 à 4,2 mm de longueur et environ 2 mm de largeur. La tête mesure de 0,94 à 0,96 mm de largeur au niveau des yeux (planche I, D).

Adulte L'adulte est de couleur très variable, de verdâtre à brunâtre et présente des marques brun rougeâtre sur les ailes. Le thorax possède cinq stries longitudinales foncées. Le scutellum compte deux lignes médianes et deux lignes latérales, noires ou rougeâtres. L'abdomen compte onze segments, dont certains sont considérablement modifiés. Le premier segment ventral est réduit à une membrane élastique qui relie l'abdomen au thorax. Chez la femelle, le septième segment est également désigné comme plaque subgénitale, car il se prolonge derrière la région mésoventrale et couvre la base de l'ovipositeur. Le corps mesure de 4,9 à 5,7 mm de longueur chez les mâles et de 5,2 à 6,0 mm chez les femelles. Il mesure de 2,4 à 2,8 mm de largeur chez les mâles et de 2,4 à 3,0 mm chez les femelles. Par ailleurs, autour de la base de l'ovipositeur sur la face ventrale de l'abdomen, on observe habituellement une tache brun foncé qui peut s'étendre jusqu'au thorax (planche I, E).

Cycle biologique La punaise terne hiberne comme adulte en diapause (suspension du métabolisme au cours de l'évolution de l'oeuf, de la larve, de la nymphe ou de l'imago) sous une litière végétale ou une couche d'humus ou entre les feuilles et les longues herbes sèches.

Dans les feuilles et les détritus entassés, le taux de survie hivernale est d'environ 29 %, alors qu'il n'est que de 6 % sur le sol gazonné dans les vergers (Painter, 1929). Les adultes en hibernation commencent à s'activer à la mi-avril, à des températures aussi basses que 8 °C. Ils se nourrissent d'abord sur les bourgeons éclos d'espèces ligneuses, comme les pommiers et les pêchers, et des arbrisseaux. Plus tard, ils migrent vers les plantes annuelles hâtives. Au printemps, comme sources alimentaires, les punaises privilégient entre autres le gadellier noir (*Ribes nigrum* L.), les autres gadelliers et groseillers (*Ribes* spp.), la molène vulgaire (*Verbascum thapsus* L.), le rumex petite-oseille (*Rumex acetosella* L.), la barbarée vulgaire (*Barbarea vulgaris* R. Br.) et les fraisiers (*Fragaria* spp.)

Après l'hibernation, les adultes se dispersent progressivement parmi ces plantes printanières à mesure qu'augmente la température, puis migrent vers les pousses de mauvaises herbes ou de plantes cultivées qui leur assurent un abri et une bonne source de nourriture. En règle générale, la punaise terne suce la sève des nouvelles pousses ou des organes reproducteurs de la plante, comme les boutons floraux, ou celle des méristèmes à croissance rapide chez des végétaux comme l'asperge, la luzerne et d'autres cultures fourragères.

La punaise terne ne migre généralement vers un hôte que lorsque ce dernier entre dans sa phase de reproduction. On observe donc une succession saisonnière d'hôtes, l'insecte passant d'une espèce à l'autre du printemps jusqu'à l'automne. Les larves peuvent se disperser sur de longues distances (de 15 à 20 m) en très peu de temps, et les adultes, parcourir au moins 5,1 km en vol soutenu. La plupart des adultes (≈ 70 %) ne peuvent voler à plus de 1 m au-dessus du sol, bien que certains aient été captés à des hauteurs aussi grandes que 1 500 m. À mesure que les mauvaises herbes se développent, les femelles commencent à attirer les mâles en libérant des attractifs sexuels. Les adultes s'accouplent et les femelles pondent sur les mauvaises herbes. Bien que les adultes s'accouplent plusieurs fois, une seule copulation suffit pour qu'une femelle puisse produire des oeufs viables sa vie durant. Les femelles qui ont hiberné pondent de la première semaine de mai à la troisième de juin (≈ 50 jours). La ponte culmine à la fin de mai dans le sud du Québec. La température optimale de ponte se situe entre 21 et 27 °C. Les femelles ne pondent pas à des températures inférieures à 16 °C.

Les oeufs peuvent supporter des températures aussi basses que 10 °C pendant 15 jours sans subir de dommages. Ils sont enchâssés dans la tige, les pétioles ou les nervures médianes des feuilles. Chez le fraisier, les femelles les déposent surtout à l'intérieur du pédicelle des fleurs (planche I, A). Ils peuvent être déposés seul ou, à l'occasion, en groupe de deux ou trois étroitement accolés. Les oeufs de la génération qui a hiberné exigent une période d'incubation moyenne de 18 jours (de 16 à 22) dans le sud du Québec.

Après l'éclosion, les larves se nourrissent immédiatement des parties succulentes de la plante hôte. Elles muent cinq fois. La première génération parvient à maturité en 27 à 47 jours dans le sud du Québec. Le premier stade dure de 5 à 7 jours, le second, de 4 à 8 jours, le troisième, de 5 à 9 jours, le quatrième, de 4 à 9 jours et le cinquième ou dernier, de 8 à 13 jours. Le choix de la plante hôte déterminera de manière significative la durée de chaque stade.

L'équation suivante illustre le développement larvaire :

Jours de développement = $ß_o (T-ß_1)^{-1}$

$ß_o$ = température minimale accumulée pour le développement supérieur à $ß_1$

$ß_1$ = température minimale limite pour le développement

T = température à laquelle sont effectuées les observations.

L'estimation respective de $ß_o$ et de $ß_1$ est de 111 ± 8 °C (ÉT) et de 12,4 ±0,2°C (ÉT).

Après le cinquième instar, l'insecte se métarmorphose en adulte ténéral (imago récemment éclos ou immature). Les études en laboratoire menées à des températures qui fluctuent entre 17 et 30 °C ont révélé que la longévité de la femelle s'étend de 31 à 68 jours, alors que le mâle ne vit que de 19 à 41 jours.

Les adultes de la première génération commencent à apparaître vers le milieu de juin et leur nombre culmine vers la mi-juillet. Pendant cette période, les adultes quittent en grand nombre les fraisiers à la recherche d'autres plantes hôtes dont voici la liste.

Framboisier (*Rubus* spp.)
Haricot de jardin (*Phaseolus vulgaris* L.)
Pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.)
Poivron (*Capsicum annuum* L.)
Navet (*Brassica napus* L.)
Betterave à sucre (*Beta vulgaris* L.)
Trèfle (*Trifolium pratense* L.)
Céleri (*Apium graveolens* L.)
Marguerite des champs (*Chrysanthémum leucanthemum* L.)
Moutarde sauvage (*Sinapsis arvensis* L.)
Moutarde noire (*Brassica nigra* L.)
Centaurée jacée (*Centaurea jacea* L.)
Millepertuis commun (*Hypericum perforatum* L.)
Amarante réfléchie (*Amaranthus retroflexus* L.)
Chénopode blanc (*Chenopodium album* L.)

Cette liste est loin d'être exhaustive. Néanmoins, sur la plupart des végétaux mentionnés, les oeufs déposés par les adultes d'été produiront d'autres adultes de 20 à 25 jours plus tard. Il est intéressant de noter que, pour une région donnée, la présence séquentielle saisonnière de la punaise terne sur les plantes hôtes sauvages est pratiquement la même d'une année à l'autre. Les adultes de la première génération commencent à s'accoupler dès qu'ils sont âgés de 4 à 5 jours. La période qui précède la ponte varie de 9 à 13 jours, mais peut fluctuer de 5 à 29 jours chez certaines femelles.

Le taux de fécondité peut atteindre jusqu'à 140 oeufs par femelle avec un taux moyen de ponte de 0 à 3,4 oeufs par femelle par jour.

Dans le sud du Québec, la deuxième génération larvaire apparaît vers la mi-juillet. La dynamique des populations de cette seconde génération dépend de la période de migration des adultes, de celle de la ponte chez chaque femelle, ainsi que de la qualité nutritive des différentes plantes hôtes. La figure 1 illustre l'abondance des larves et des adultes de la punaise terne sur six différentes mauvaises herbes au Canada.

À mesure que la saison avance, on trouve simultanément des punaises à divers stades de développement et de différentes générations. On observe donc une belle courbe de croissance exponentielle plutôt qu'une courbe en paliers. De la fin de juillet à la deuxième semaine de septembre, on peut généralement observer tous les stades de la punaise terne au champ.

Les adultes de la première génération, qui sont sortis des fraisières à la mi-juin, pondent leurs oeufs sur plusieurs hôtes. De ces oeufs émergeront, du début à la fin d'août, les adultes d'été de la seconde génération. Ces adultes de la mi-juin peuvent vivre jusqu'à 70 jours à 24 °C. Cependant, au champ, leur survie dépend des pratiques agronomiques. Par exemple, le fauchage de la luzerne (comparaison de A à B à la fig. 2) ou des champs de mauvaises herbes peut provoquer un fort taux de mortalité chez les oeufs et les premiers stades larvaires. Les larves des derniers stades peuvent se déplacer vers d'autres zones et les adultes s'envoleront des lieux perturbés en dedans d'un jour. Après le fauchage, la mortalité des larves dépend de l'absence de nourriture et d'abri, de la sécheresse et de la chaleur. La majeure partie de ces mortalités surviennent au cours des deux premiers stades.

Une troisième génération de larves peut apparaître sur certaines cultures hôtes, comme la luzerne et l'asperge (fig. 3) et sur des plantes sauvages, comme l'ambroisie à feuille d'armoise (*Ambrosia artemisiifolia* L.), la verge d'or du Canada (*Solidago canadensis* L.), la verge d'or rugueuse (*Solidago rugosa* Mill.), l'aster simple (*Aster simplex* Willd.), l'ortie dioïque (*Urtica dioicu* L.), l'érigéron du Canada (*Erigeron canadensis* L.) et l'aster ponceau (*Aster puniceus* L.).

À l'automne, la punaise terne complète son cycle biologique en 25 à 30 jours. Il est généralement très difficile de distinguer la seconde génération de la troisième. Par exemple, sur le chénopode blanc (*Chenopodium album* L.), les adultes et les larves de la seconde et de la troisième générations cohabitent simultanément sur une même plante. Grâce à la germination continue de cette mauvaise herbe, les populations de punaises bénéficient d'un long approvisionnement et d'une végétation luxuriante. La période végétative et la floraison prolongées de cette mauvaise herbe favorisent donc la dissémination de la punaise terne dans les champs avoisinants.

Malgré certains écarts, le ratio mâles:femelles correspond en général à 1:1 peu importe la plante hôte. La punaise terne est principalement phytophage (se nourrit de matières végétales), bien qu'elle puisse aussi se nourrir, comme prédateur facultatif, d'arthropodes à corps mou comme les pucerons et les acariens (Lindquist et Sorensen, 1970; Wheeler, 1974), ou, comme charognard, des cadavres des larves et des adultes de sa propre espèce (Taksdal, 1961).

À mesure que l'automne avance, la punaise terne entre comme adulte dans une diapause caractérisée par une atrophie des ovaires et des testicules. Étant

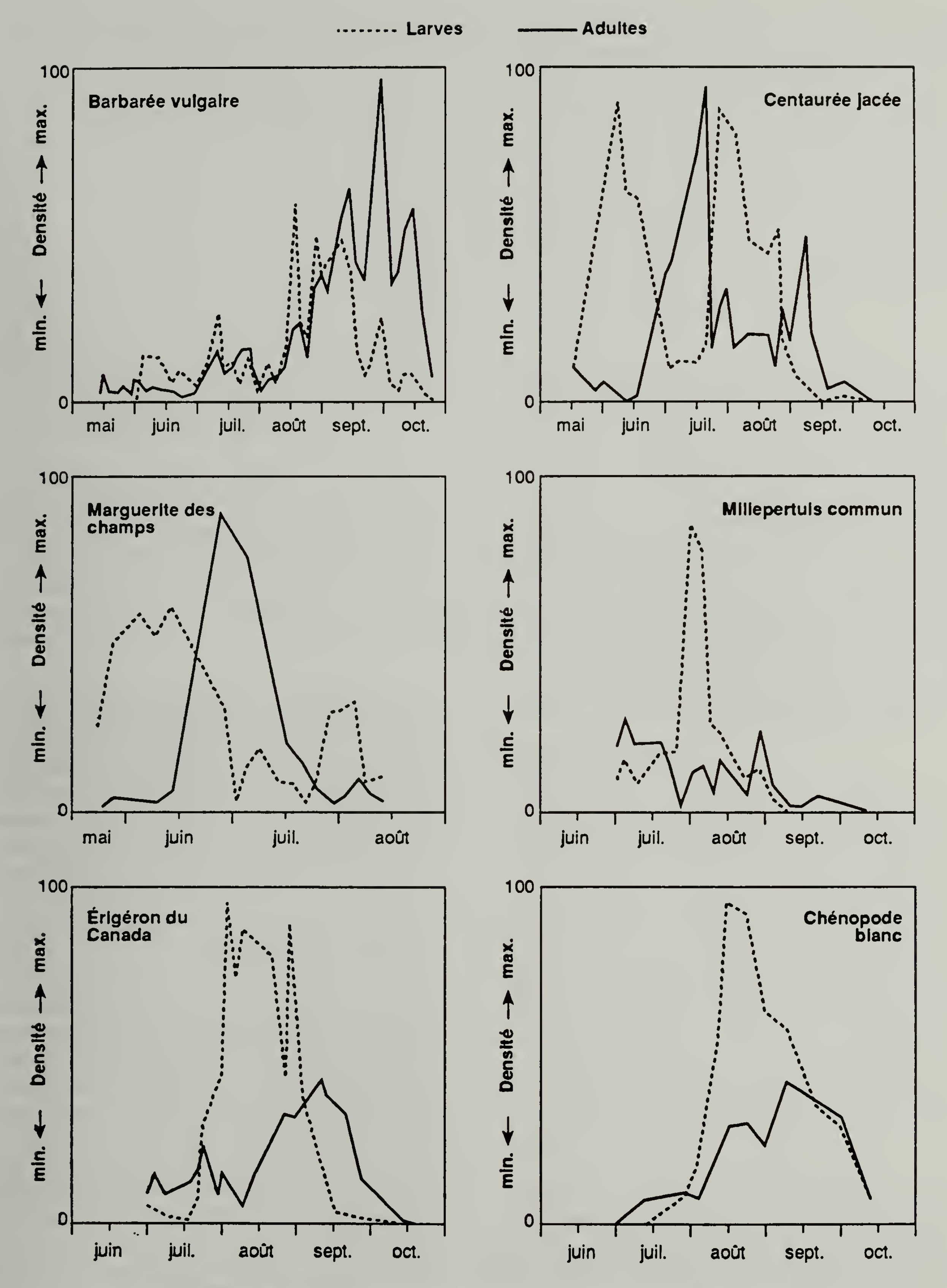


Fig. 1 Abondance des populations de punaises ternes sur diverses mauvaises herbes au Québec.

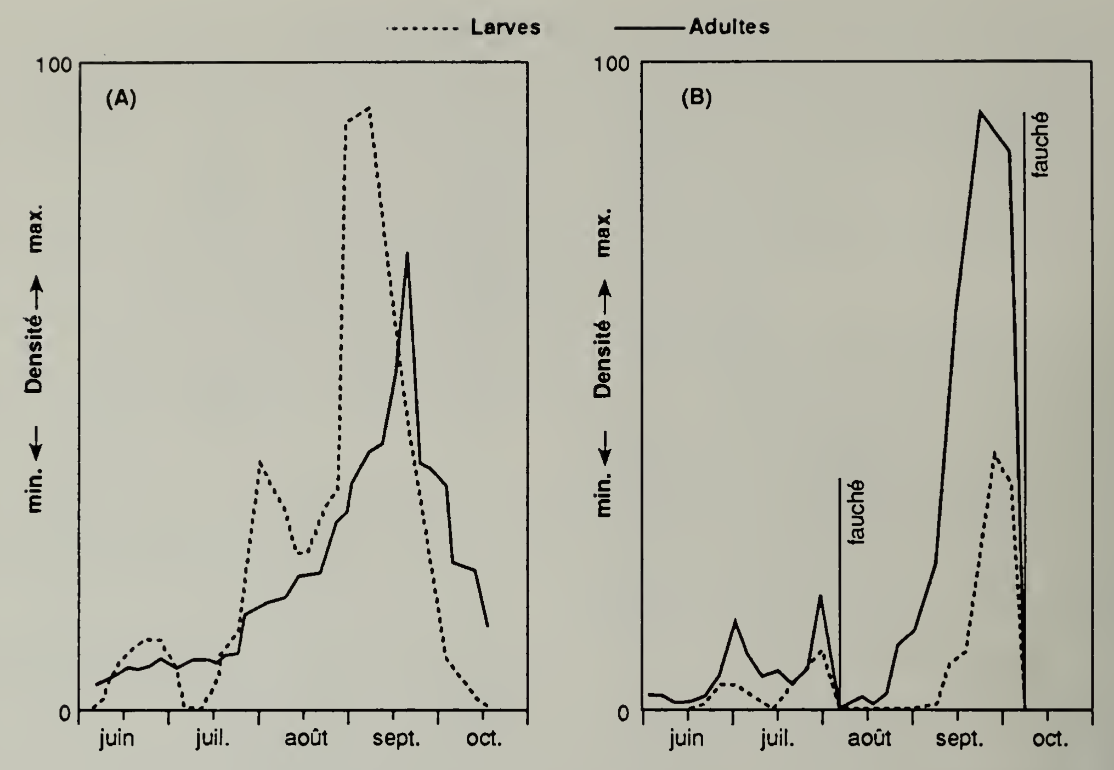


Fig. 2 Densité saisonnière des populations de larves et d'adultes de la punaise terne dans un champ de luzerne non fauché (A) et dans un champ de luzerne fauché au début d'août (B). (adapté de Khattat, 1978)

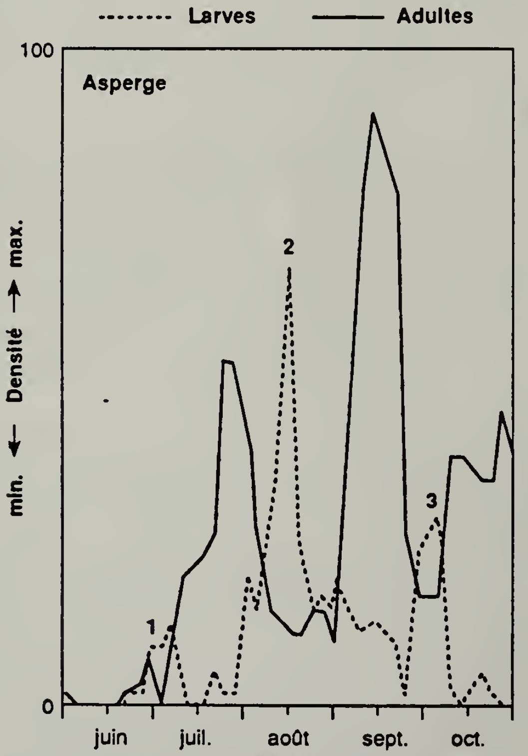


Fig. 3 Densité saisonnière des populations de punaises ternes chez l'asperge; noter les trois générations (1,2 et 3) de larves sur cette plante hôte.

donné que les larves des quatre premiers stades sont sensibles à la lumière, leur exposition à des photopériodes de 12,5 h ou moins provoque la diapause au stade adulte. L'élevage des larves à une photopériode de 13,5 h ou plus empêche la diapause et les adultes conservent leur capacité de reproduction. Un éclairage permanent prévient la diapause chez les jeunes adultes et met fin à cet état chez les adultes. Les larves du cinquième stade et les adultes ne sont pas sensibles aux photopériodes qui provoquent la diapause.

En laboratoire, de courtes photopériodes peuvent provoquer une diapause de 75 à 80 jours entre 21 et 27 °C. Au Canada, au sud de 50° de latitude, la punaise terne produit au moins deux générations par année et environ 70 à 80 % des adultes d'été n'entreront pas en diapause. Mais plus on monte vers le nord, jusqu'à 55°3' de latitude, plus le pourcentage des adultes d'été qui se reproduisent diminue. A cette latitude, les adultes d'été ne se reproduisent pas l'année même et l'espèce est univoltine (elle ne donne dans l'année qu'une seule génération) (Craig, 1983).

Sources de plantes hôtes et infestations de punaises ternes

Plus au nord, dans des conditions naturelles, les adultes en diapause subissent aussi les températures de fin d'automne qui provoquent l'hibernation jusqu'au printemps suivant. L'annexe contient une liste partielle des espèces végétales reconnues comme étant des hôtes de la punaise terne. Les pratiques de lutte contre cet insecte dans les champs doivent tenir compte du fait que ces plantes hôtes constituent des foyers d'infestation par les larves et les adultes à proximité des champs cultivés. Taksdal (1961) a souligné le caractère très polyphage de l'insecte qui se nourrit sur plus de 120 espèces végétales appartenant à plus de 30 familles.

En général, toute plante en fleurs peut attirer la punaise terne, sauf le pissenlit, le laiteron, l'asclépiade et l'herbe à puce, qui produisent toutes une sève laiteuse. La verge d'or est l'une des rares plantes à sève laiteuse qui exerce beaucoup d'attrait sur les punaises ternes au champ à l'automne.

On a observé une résistance à *Lygus* chez certains cultivars de haricot (Taksdal, 1963), de luzerne (Aamodt et Carlson, 1938), de céleri (MacLeod, 1933), de coton (Gwynn, 1938) et de carotte (Scott, 1977). Certains végétaux ne semblent pas du tout intéresser l'insecte. Par exemple, on n'a jamais signalé la présence de ce dernier chez le blé et le seigle, ni sur le gazon.

Bien que la punaise terne puisse se développer sur un large éventail d'hôtes, d'après les observations faites au champ, ses populations sont toujours plus nombreuses chez certaines mauvaises herbes. Par conséquent, la répression de ces hôtes privilégiés à des stades particuliers de leur développement pendant une brève période, c'est-à-dire avant que les larves ne deviennent adultes, peut réduire les populations de punaises dans les écosystèmes agricoles. Les champs où pousse une végétation éphémère, luxuriante, attrayante pour la punaise et se fanant rapidement sont des foyers de dissémination rapide de *Lygus* et constituent une menace immédiate pendant la campagne agricole. Par exemple, la lutte contre la barbarée vulgaire (*Barbarea vulgaris* R.Br.) influerait sur les populations de punaises dans les cultures printanières, comme le fraisier. Il faut cependant se rappeler que les mauvaises herbes favorables au développement de la punaise terne et poussant en séquence dans les champs non cultivés demeurent infestées par ce ravageur toute l'année sans que les populations de ce dernier ne se dispersent dans les terres cultivées avoisinantes tant que l'endroit n'est pas perturbé ou qu'il ne subit pas de sécheresse.

En général, les endroits non perturbés, comme le bord des routes et des fossés, offrent le maximum de sécurité aux populations de punaises ternes. Par contre, le travail du sol le long des fossés et des routes et près des terres incultes déstabilise ces populations. Il provoque notamment la germination de nombreuses graines de mauvaises herbes, ce qui assure la survie de ces espèces végétales et le maintien du cycle biologique de la punaise terne. Le fauchage des mauvaises herbes est donc moins dommageable que le travail du sol. Toute méthode de lutte visant à assurer la stabilité de la végétation des terres incultes facilite la maîtrise des populations du ravageur.

Ennemis naturels

Le tableau 5 énumère les parasites connus de la punaise terne. Jusqu'à maintenant, mis à part les insectes parasites, il semble que les ennemis naturels de ce ravageur ne peuvent freiner les populations de punaises une fois que celles-ci commencent à pulluler. Néanmoins, les populations endémiques de *Lygus* subissent de très fortes pressions environnementales qui les maintiennent à des niveaux acceptables. Dans ce cas, les ennemis naturels jouent un rôle primordial. On n'a pas encore procédé à des analyses quantitatives des rapports complexes qui existent entre la punaise terne et ses ennemis naturels.

En plus des diptères et des hyménoptères parasites, on a signalé le cas d'une espèce non identifiée de nématode qui a parasité en de rares occasions certains adultes au Québec (Painter, 1929; Stewart et Khoury, 1976). En outre,

Tableau 5 Parasitoïdes connus du *Lygus*

Nom du parasite	Famille	Cible	Commentaires
	Espèces indigènes		
Polynema pratensiphagum Walley	Mymaridés	Oeufs	72 % de mortalité chez *Lygus* au Québec (Sohati et coll., 1989)
Anaphes iole Girault	Mymaridés	Oeufs	
Anaphes ovijentanus Crosby & Leonard	Mymaridés	Oeufs	50-85 % de mortalité chez *Lygus* partout (Day, 1987)
Erythmelus miridiphagus Dozier	Mymaridés	Oeufs	
Telenomus spp.	Scélionidés	Oeufs	
Peristenus pallipes (Curtis)	Braconidés	Larves et adultes	1ère génération de mai et juin (Loan, 1969); 2e génération d'août et sept. (Loan, 1969), taux de mortalité combiné de 15-20 % chez *Lygus* au Québec (Lim & Stewart, 1976). 38 % en Ontario (Loan, 1965) et 22 % en Saskatchewan et en Alberta (Loan & Craig, 1976)
Alophora opaca (Coquillett)	Tachinidés	Adultes	7 % de mortalité chez *Lygus* au Québec (Painter, 1929)
Alophorella spp.	Tachinidés	Adultes	0,8 % de mortalité chez *Lygus* en Ontario (Clancy et Pierce, 1966)
	Espèces importées		
Peristenus stygicus Loan	Braconidés	Larves	Une race française avec diapause (É.-U., Saskatchewan et Alberta) et une race turque sans diapause. Polyvoltine (Drea et coll., 1973)
Peristenus rubricollis (Thomson) (É.-U.)	Braconidés	Larves	De Pologne. Univoltine. (Drea et coll., 1973)
Peristenus digoneutis Loan (É.-U., Saskatchewan, Québec)	Braconidés	Larves	De France (champs de pomme de terre de luzerne et de seigle). Lâchées dans un champ de luzerne au New Jersey en 1979-1988. 36 % de parasitisme chez la 1ère génération, 29 % chez la 2e (Day et coll., 1990). Lâchées dans un champ de luzerne en Saskatchewan et dans des fraisières au Québec en 1991 et en 1992. Espèce bivoltine. Population culminant à peu près en même temps que celles de la punaise terne. S'attaquent aux premiers stades larvaires de la punaise terne.

plusieurs prédateurs polyphages s'attaquent à *Lygus*, dont les punaises anthocorides (*Orius* spp., Anthocoridés), les punaises coréides (Coréidés), les pentatomes (Pentatomidés), les chrysopes (Chrysopidés), les guêpes solitaires (Sphéridés), les asilides (Asilidés), les coccinelles (Coccinellidés) et les araignées (Oxyopidés, Tétragnathidés et Thomisidés).

SEUILS DE NUISIBILITÉ ET PLANS D'ÉCHANTILLONNAGE SÉQUENTIEL DE LA PUNAISE TERNE SUR LES FRAISIERS

N.J. Bostanian et G. Mailloux

Seuils de traitement (ST)

Avant d'aborder la question des seuils et afin de limiter les erreurs, il faut faire la distinction entre les déformations causées au fruit par les larves de la punaise terne et celles qui sont attribuables à d'autres causes.

Les akènes non pollinisés des fraises ne grossissent pas. On associe donc toujours les parties de la baie ayant subi une pollinisation et une fécondation incomplètes à de petits akènes sous-développés (planche I, G). Les akènes sont habituellement verdâtres et possèdent un à deux poils. À mesure que la baie mûrit, les akènes non pollinisés s'enfoncent et demeurent verts jusqu'à ce que le fruit soit presque mûr, puis tournent au jaune paille.

Les akènes endommagés par les larves de la punaise terne sont de tailles diverses. Par ailleurs, le ravageur s'attaque souvent au fruit sur le côté ou le dessus (planche I, F). Les gros akènes, bien que vides, sont très rapprochés les uns des autres et disposés quelquefois dans une légère dépression du fruit, ce qui indique des dommages causés par la punaise. Par ailleurs, les akènes abîmés par les larves prennent la couleur de la paille bien avant que les fruits ne mûrissent. Enfin, des baies peuvent être déformées autant à cause des attaques des larves que d'une piètre pollinisation.

Selon les études aux champs, l'action de la punaise terne dans les fraisières entraîne deux types de pertes à la récolte, soit une baisse de rendement en kg/ha et une diminution de la qualité. La figure 1 illustre le rapport qui existe entre la densité des larves et les pertes de rendement en kg/ha. Elle montre que ce rapport n'est pas linéaire, mais sigmoïde, c'est-à-dire que les fraisiers tolèrent de faibles taux d'endommagement (0,9 larve/hampe florale) sans réduction notable du rendement commercialisable. Mais au-delà de ce seuil critique (fig. 4), le rendement commercialisable est inversement lié aux dommages. Le plus haut point à partir duquel la courbe redescend est appelé « niveau limite », « capacité de charge », « seuil de tolérance », « seuil d'endommagement » ou « seuil de nuisibilité ».

Fondé strictement sur la diminution du rendement et sur les coûts des mesures de lutte, le seuil économique (SÉ), défini comme étant la densité minimale de la population du ravageur capable de causer des pertes économiques, se situe entre 0,95 et 0,99 larve/hampe florale. Dès que la densité des populations larvaires dépasse ce seuil, les producteurs subissent des pertes économiques. Cependant, le SÉ repose seulement sur le poids et sur les coûts des mesures de lutte. Si l'on tient compte en plus de la qualité des fraises, à ce seuil, 13 % de baies seront déformées. Le secteur de la transformation, pour lequel la qualité des fraises importe peu, peut tolérer un tel taux d'endommagement. Cependant, ce dernier est inacceptable pour les fruits destinés au marché en frais. Il faut donc établir un seuil de nuisibilité beaucoup plus faible pour ce marché. La figure 2 montre que, pour un taux de zéro larve/hampe florale, les limites supérieure et inférieure de tolérance à l'égard des fruits abîmés s'établissent respectivement à 4,4 et 0,3 %. Toutefois, la limite supérieure à une densité zéro correspond aussi à la limite inférieure au seuil de nuisibilité de 0,26 larve/hampe florale. En d'autres mots, pour un intervalle de confiance de 95 %, à des densités de population variant de 0 à 0,26 larve/hampe florale, l'étendue des dommages se chevauche et on ne peut distinguer une différence significative de 5 % entre ces deux densités en ce qui a trait aux dommages causés aux fraises (fig. 5). Par conséquent, une proportion significative de

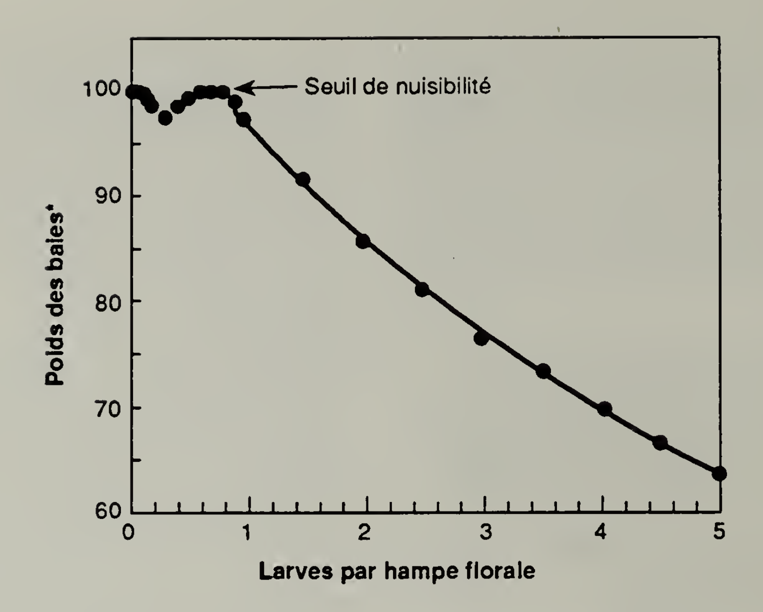


Fig. 4 Rapport entre le nombre de larves de la punaise terne par hampe florale et le poids des fraises. Valeurs rajustées (•) du poids des fraises et valeurs prévues (———) selon la courbe.

* *Le poids des fraises a été normalisé en divisant le poids total de chaque parcelle par le poids moyen des parcelles de contrôle non infestées et en multipliant le quotient par 100. (adapté de Bostanian et de Mailloux, 1990).*

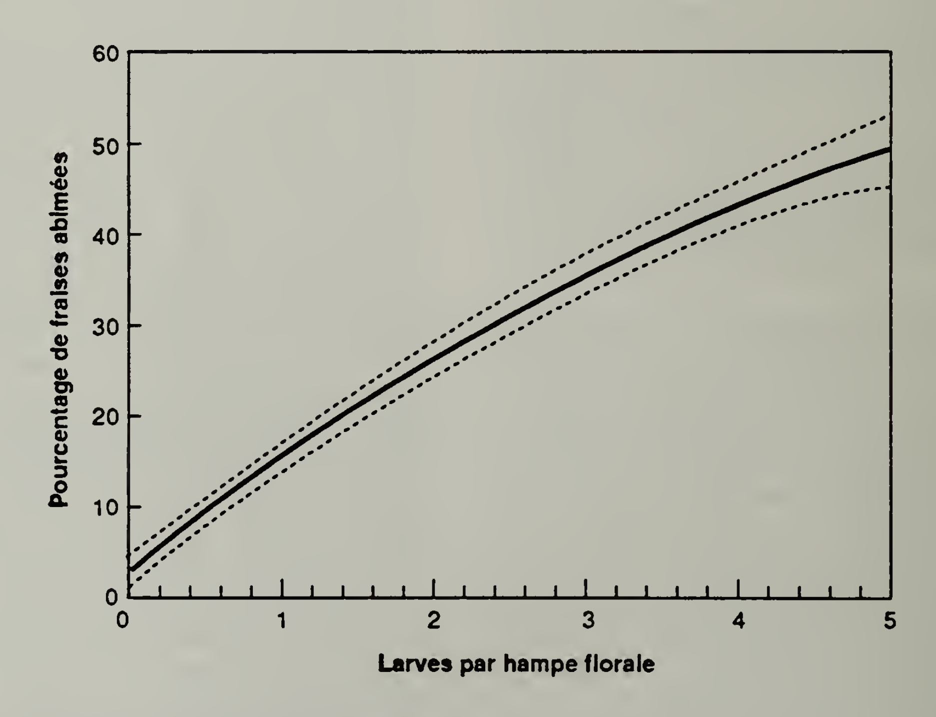


Fig. 5 Rapport entre la densité de peuplement des larves de la punaise terne par hampe florale et le pourcentage des baies déformées (valeurs rajustées) - Les courbes pointillées représentent les limites de fiabilité à plus ou moins 95%. (avec la permission de Bostanian et de Mailloux, 1990).

fraises seront abimées au-delà du seuil de 0,26 larve/hampe florale et il faudra traiter les cultures. Au taux de 0,26 larve/hampe florale, environ 3,6 % des fruits seront déformés dans une proportion dépassant la valeur d'interception à la récolte. Les consommateurs ne reconnaîtront pas facilement ce niveau d'endommagement et les fraises pourront être écoulées sur le marché en frais sans être déclassées à l'inspection.

Comme il n'y a pas de perte de poids, ni de baisse considérable de la qualité des fraises, le taux de 0,26 larve/hampe florale s'avère un seuil de traitement approprié (ST) pour amorcer la lutte. Cependant, l'expérience a démontré que, si des mesures de lutte ne sont pas appliquées immédiatement en raison, entre autres, du mauvais temps, le nombre de larves peut pulluler en très peu de temps et les dommages causés aux fruits seront alors inacceptables. Il serait donc plus réaliste d'établir le ST à 0,15 larve/hampe florale. De cette façon, le producteur pourra planifier les mesures de lutte et intervenir de manière appropriée avant que le ST n'atteigne 0,26 larve/hampe florale.

Cependant, en dernière analyse, il revient à l'agriculteur de déterminer les seuils de pertes qu'il juge acceptables. Avec un ST de 0,15 larve/hampe florale, 2 % des fraises seront abimées au moment de la récolte.

Échantillonnage séquentiel

La manière traditionnelle de vérifier s'il y a des larves de punaise terne sur les hampes consiste à frapper doucement cent hampes florales deux fois dans un contenant de 2 L. Les cent hampes florales sont échantillonnées en marchant dans la fraisière en suivant un tracé en W et en choisissant au hasard une hampe florale tous les 30 pas. Après l'échantillonnage des hampes florales, on compte et consigne le nombre de larves tombées dans le contenant. Le nombre moyen de larves par hampe florale est calculé à partir de cent échantillons et est comparé au ST, soit 0,15 larve/hampe florale. Si la moyenne est égale ou supérieure au ST, il faut prendre immédiatement des mesures de lutte. Si elle est inférieure au ST, il faudra reprendre l'échantillonnage après 48 heures. Aucun échantillon ne doit être prélevé à la périphérie; il est également préférable de procéder à l'échantillonnage par une journée ensoleillée, entre 10 et 14 h.

Pour accélérer le processus, on peut recourir à l'échantillonnage binomial ou séquentiel. On applique la même technique d'échantillonnage (frapper doucement deux fois les hampes florales et marcher en traçant un W), mais l'on prélève moins d'échantillons. Après l'examen de cinq échantillons (hampes florales), les résultats sont compilés et le nombre cumulatif de hampes florales infestées est consigné et représenté sur le graphique de la figure 6. On répétera l'échantillonnage jusqu'à ce que les points soient à l'extérieur de la zone d'échantillonnage. La même conclusion se dégagerait en utilisant le tableau 6.

Selon la courbe du nombre moyen d'échantillons, (Mailloux et Bostanian, 1989), on devrait pouvoir décider s'il faut traiter ou non la fraisière avant que le nombre de hampes florales à échantillonner n'atteigne 50. Si après avoir prélevé 50 hampes florales, il est encore impossible de prendre une décision, il faut utiliser comme point de référence le point milieu entre les limites des courbes décisionnelles calculées. Par conséquent, avec un ST de 0,25 larve/hampe florale, si le nombre cumulatif de hampes florales infestées est égal ou supérieur à huit, il faut traiter la fraisière. Si ce nombre est égal ou inférieur à sept, le champ ne sera pas traité, mais il sera inspecté de nouveau deux ou trois jours plus tard. Depuis l'élaboration de ce plan, l'expérience a démontré que, en moyenne, il suffit d'examiner 15 hampes florales seulement pour trancher la question.

Une étude comparative entre l'échantillonnage séquentiel et l'échantillonnage traditionnel révèle que, dans 88 % des cas, le premier donne les mêmes résultats que le second.

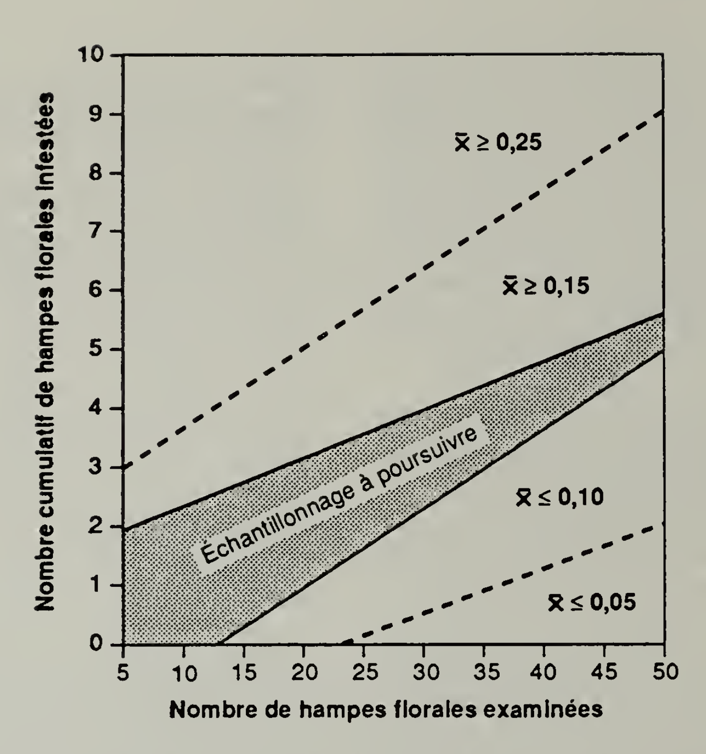


Fig. 6 Courbes séquentielles décisionnelles du rapport entre le nombre cumulatif de hampes florales infestées par les larves de la punaise terne et le nombre de hampes florales échantillonnées. (avec la permission de Bostanian et de Mailloux, 1990).

Tableau 6 Formule d'échantillonnage séquentiel utilisé au champ pour déterminer les niveaux d'infestation des fraisières par la punaise terne, *Lygus lineolaris*

Nombre cumulatif de hampes florales infestées			
	Ne pas traiter	Traitement	
	Seuil faible	Seuil élevé	
Nombre de hampes florales examinées	$\bar{x} \leq 0,10$ larve/ hampe florale $\alpha = 0,10$, $\beta = 0,15$	$\bar{x} \geq 0,15$ larve/ hampe florale $\alpha = 0,15$, $\beta = 0,10$	$\bar{x} \geq 0,25$ larve/ hampe florale $\alpha = 0,10$, $\beta = 0,15$
5	AD	2	3
10	AD	3	4
15	0	3	5
20	0	4	5
25	1	4	6
30	2	4	7
35	3	5	7
40	3	5	8
45	4	6	9
50	5	6	9

AD : aucune décision
Source: Mailloux et de Bostanian, (1989).

DYNAMIQUE DES POPULATIONS DE LA PUNAISE TERNE

N.J. Bostanian, M. Binns et G. Mailloux

La dynamique des populations de la punaise terne, les rapports entre les infestations et les baisses de rendement, ainsi que l'économie de la lutte antiparasitaire sont les pierres angulaires des programmes de lutte intégrée et de l'utilisation appropriée des insecticides chimiques. En effet, c'est en se fondant sur ces facteurs que l'on détermine si un insecte est un ravageur. Ces éléments servent aussi de critères ultimes d'évaluation de l'efficacité des méthodes de lutte et constituent le fondement du processus décisionnel lié aux mesures antiparasitaires. Le présent chapitre porte sur la dynamique des populations de la punaise terne dans les fraisières.

Les adultes qui ont hiberné migrent dans les fraisières pendant les deux dernières semaines de mai. À la seconde semaine de juin, ils ont pratiquement disparu et les populations de punaises ternes sont constituées en grande majorité de jeunes larves qui se nourrissent des bourgeons et qui, selon leur densité de peuplement, peuvent endommager légèrement ou gravement les baies.

Après de nombreuses observations au champ, on s'est rendu compte que le nombre de jours civils entre l'apparition et la pullulation des larves fluctue considérablement d'une région à l'autre au Québec (Bostanian et coll., 1990). Toutefois, quand on substitue aux jours civils des degrés-jours (DJ), on obtient la courbe de la figure 1. Les degrés-jours ont été calculés à partir du 1er avril conformément aux recommandations de Baskerville et Emin (1969), et les seuils inférieur et supérieur de développement ont été respectivement établis à 12,4 et 33 °C (Roberts, 1982).

La courbe de densité (fig. 7) a été obtenue en intégrant les résultats du dénombrement de larves et les DJ à l'équation suivante :

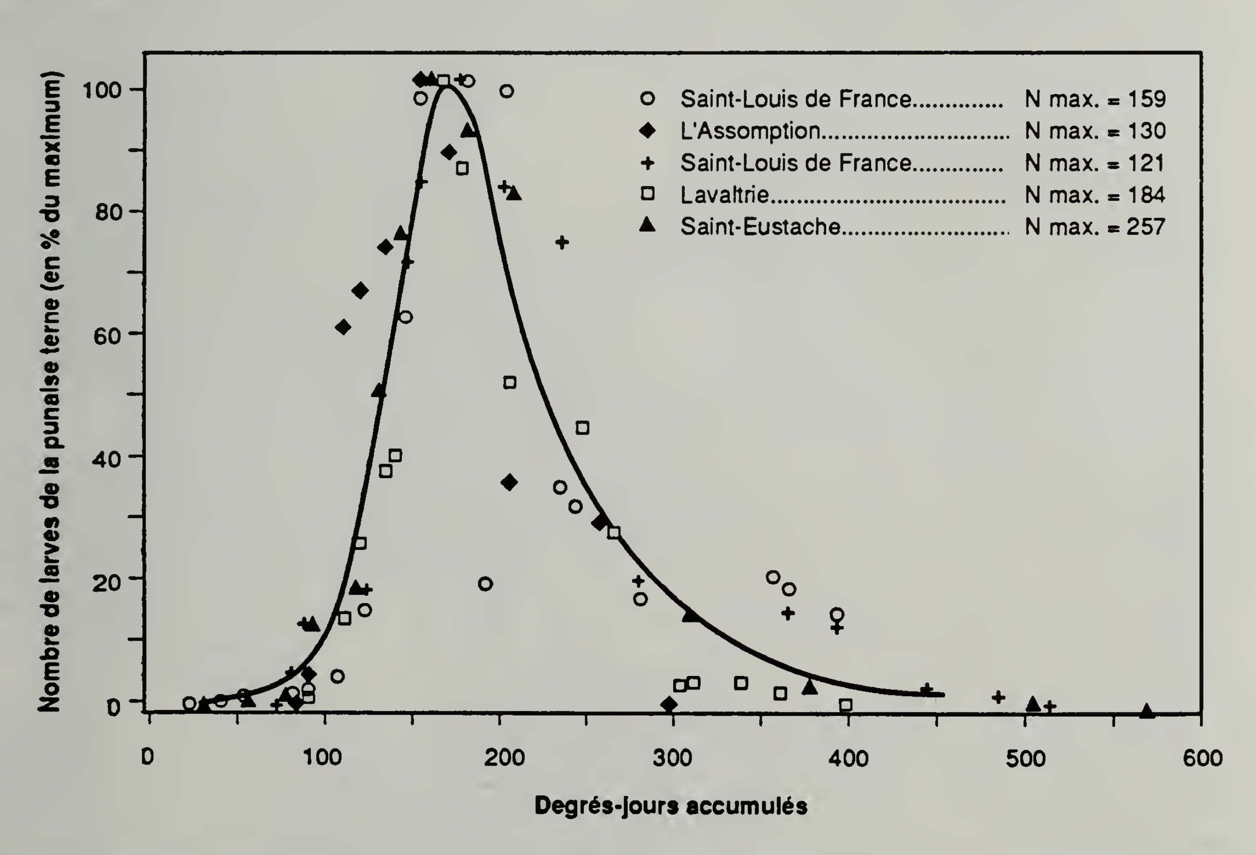


Fig. 7 Données sur la densité des populations du Lygus exprimées en pourcentage pour les cinq sites en 1985 et représentées sur une courbe ajustée, en utilisant un seuil inférieur de température de 12,4 °C. (avec la permission de Bostanian et coll., 1990)

Densité =

$$\frac{1}{c_1 + \exp[-(a_2-DJ)/b_2] + \exp[(a_3-DJ)/b_3]} \quad (1)$$

La valeur du paramètre c_1 évaluée selon la méthode des moindres carrés est de 2,4 x 10^{-3} et, à toutes fins utiles, on peut ne pas en tenir compte. Quand c_1 = 0; a_2 = 468,6; b_2 = 60,7; a_3 = 55,5 et b_3 = 19,6. Un examen plus poussé de la courbe (fig. 1) révèle que les larves font leur première apparition dans les fraisières quand 40 DJ (seuil de développement = 12,4 °C) se sont accumulés depuis le 1er avril; on observe une densité maximale de larves à 173 DJ.

L'étude (Bostanian et coll., 1990) a aussi démontré que la densité des populations culmine à 2,5 larves/hampe florale. Cependant, cette densité est rarement observée et correspond à environ 6 % de la densité maximale relative des populations de la punaise terne. D'un autre côté, un taux de 0,4 larve/hampe florale est plus courant et correspond à une densité maximale relative de 38 %.

DÉVELOPPEMENT PHÉNOLOGIQUE DU FRAISIER ET DYNAMIQUE DES POPULATIONS DE LA PUNAISE TERNE

N.J. Bostanian et G. Mailloux

L'incidence de la température sur le développement du fraisier est facilement observable au champ et permet d'établir le calendrier des activités agronomiques. Le présent chapitre décrit, pour le fraisier, un modèle phénologique fondé sur la température, ainsi que sa relation avec la dynamique des populations de la punaise terne.

L'examen de la planche II révèle que le développement continu du fraisier peut, à toutes fins utiles, se diviser en neuf stades phénologiques (phénophases), tous numérotés. La phénophase végétative (stade 1) se caractérise par la formation des feuilles, alors que les phénophases reproductives (de 2 à 7,5) sont identifiées par le développement des boutons, des fleurs et des fruits. On se sert d'un écart d'une unité entre chaque stade sauf celui du premier fruit mûr parce que ce dernier est plus près de la cueillette que le stade précédent, soit le stade 6. La légende de la planche II décrit chaque stade.

Tout stade de développement du fraisier peut être évalué selon l'équation suivante :

Stade de dév. = 9,090 exp [-exp(1,620 - 0,0039 DJ)] (2)

le DJ, qui représente le nombre de degrés-jours accumulés, peut être calculé comme suit, (le seuil de développement(SD) pour les fraises est 0 °C) selon l'équation d'Arnold (1960) :

$$DJ = \frac{\text{Temp. max. °C} + \text{Temp. min. °C}}{2} - SD$$

Le tableau 7 illustre la relation entre les neuf stades physiologiques des cultivars de fraisier Redcoat et Bounty et les degrés-jours cumulatifs calculés à partir du 1er avril.

Une légère modification de l'équation 1 (du chapitre 5) établit un rapport entre la densité des larves et les différentes phénophases du fraisier (Mailloux et Bostanian, 1991). La figure 1 illustre ceci et montre que, chez les cultivars Redcoat et

Légende de la planche II ➧

A Début de la croissance végétative : première apparition des bourgeons foliaires et des feuilles rudimentaires (stade 1); B Bouton vert : première apparition des boutons floraux parmi les feuilles rudimentaires (stade 2); C Bouton blanc : pédoncule de plus de 2,5 cm de longueur chez plus de 10 % des plantes dans la fraisière (stade 3); D Première floraison : première apparition d'une fleur sur la hampe florale (stade 4); E Début de la chute des pétales : la plupart des pétales de la première fleur sont tombés et la première baie est formée (stade 5); F Premier fruit vert : petites baies vertes visibles chez plus de 10 % des plantes (stade 6); G Premier fruit mûr : première fraise entièrement rouge (100 %) et physiologiquement mûre (stade 7,5); H) Première cueillette : première grappe de fruits prêts à être cueillis (stade 8). (d'après Mailloux et Bostanian, 1991.)

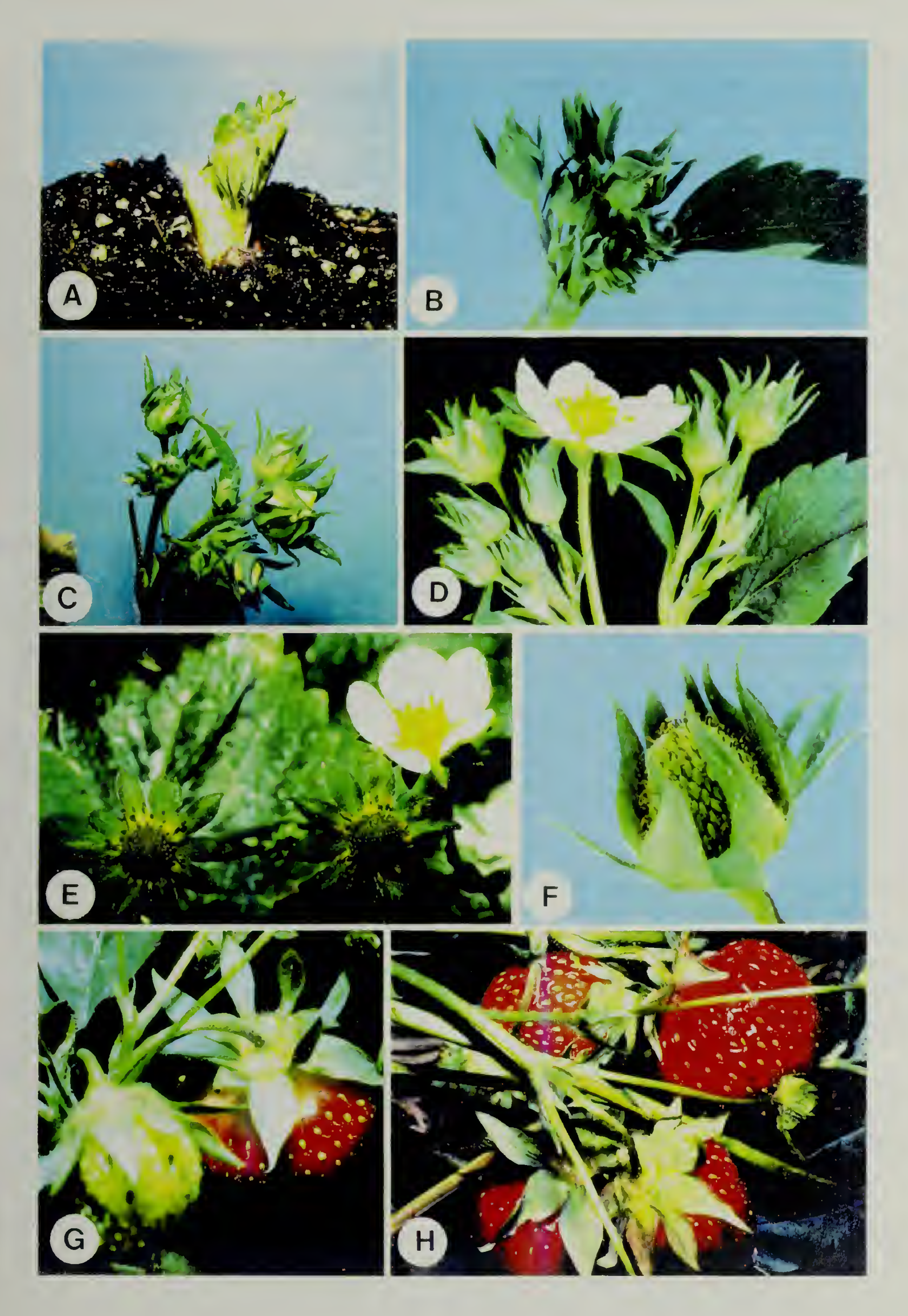

A
B
C
D
E
F
G
H

Tableau 7 Différents stades phénologiques des cultivars de fraisier Redcoat et Bounty en relation avec les degrés-jours cumulatifs. Les degrés-jours > 0 °C ont été calculés et cumulés à partir du 1er avril selon l'équation d'Arnold (1960).

Stades phénologiques	Description	Redcoat ± ÉT	Bounty ± ÉT
1	Début de croissance végétative	177 ± 20	355 ± 33
2	Bouton vert	315 ± 7	361 ± 22
3	Bouton blanc	390 ± 6	460 ± 21
4	Première floraison	450 ± 7	492 ± 29
5	Début de la chute des pétales	534 ± 8	570 ± 13
6	Premier fruit vert	598 ± 8	625 ± 25
7,5	Premier fruit mûr	877 ± 8	954 ± 39
8	Première cueillette	955 ± 9	1 073 ± 33
9	Dernière cueillette	1 331 ± 19	1 503 ± 65

D'après Mailloux et Bostanian, 1991

Bounty, les larves apparaissent du stade du bouton vert à celui du bouton blanc et que les populations augmentent jusqu'à leur niveau maximal au moment de l'apparition de la première baie rouge (7,5) au champ. Par conséquent, le développement de la punaise terne se poursuit pendant toute la période reproductive du fraisier. Comme on peut le constater à la figure 8, on assiste à une hausse rapide des populations de larves au début de la chute des pétales (au-delà du stade 5). Par conséquent, la plupart du temps, il ne sera pas nécessaire de traiter les cultures pendant la floraison ce qui, comme on l'a souligné au chapitre 2, peut nuire aux abeilles et à leur activité pollinisatrice. À toutes fins utiles, on peut commencer à surveiller les populations de larves immédiatement après l'apparition du bouton blanc (phénophase 3) et prendre des mesures de lutte une fois que le seuil de traitement est atteint.

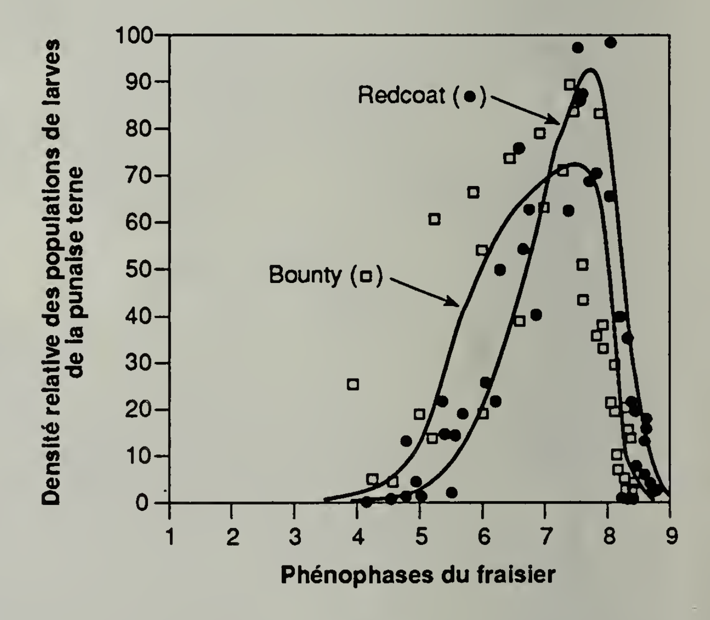


Fig. 8 Densité relative des populations de larves de la punaise terne par rapport au développement phénologique des cultivars de fraisier Redcoat et Bounty. Les courbes à trait plein sont des prédictions d'un modèle (avec la permission de Mailloux et de N.J. Bostanian, 1991)

BIBLIOGRAPHIE

Aamodt, O.S.; Carlson, J. 1938. Grim alfalfa flower in spite of *Lygus* bug injury. Wis. Agric. Exp. Stn. Bull. 440.

Anonyme 1990. Séries statistiques de la FAO #99: 3-283.

Arnold, C.Y. 1960 - Maximum-minimum temperatures as a basis for computing heat units. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 76: 682-692.

Bagnara, D.; Vincent, C. 1988. Role of insect pollination and plant genotype in strawberry fruit set and fertility. J. Hortic. Sci. 63: 69-75.

Baskerville, G.L.; Emin, P. 1969. Rapid estimation of heat accumulation from maximum and minimum temperature. Ecology 50: 514-517.

Bostanian, N.J.; Mailloux, G. 1990. Threshold levels and sequential sampling plans for tarnished plant bug in strawberries. *in* Monitoring and integrated management of arthropod pests of small fruit crops (Ed.: N.J. Bostanian, L.T. Wilson et T.J. Dennehy), pp. 81-101. Intercept, Andover (Royaume-Uni).

Bostanian, N.J.; Mailloux, G.; Binns, M.R.; Thibodeau, P.O. 1990. Seasonal fluctuations of *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) (Hemiptera: Miridae) nymphal populations in strawberry fields. Agric. Ecosystems and Environment 30: 327-336.

Chagnon, M.; Gingras, J.; de Oliveira, D. 1993. Complementary aspects of strawberry pollination by honey and indigenous bees (Hymenoptera). J. Econ. Entomol. 86:416-420.

Chandler, C.K. 1991. North American strawberry cultivars, *in* The strawberry into the 21st Century. (Ed. A. Dale and J.J. Luby), pp. 60-65. Timber Press, Portland (Oregon).

Clancy, D.W.; Pierce, H.D. 1966 - Natural enemies of some *Lygus* bugs. J. Econ. Entomol. 59: 853-858.

Colbert, S. ; de Oliveira, D. 1992. Pollinisation croisée et production de quatre cultivars de fraisier, *Fragaria x ananassa*. Can. J. Plant Sci. 72: 857-861.

Connor, L.J. 1972 - Components of strawberry pollination. Thèse de doctorat. Université du Michigan, East Lansing (Michigan), 84 p.

Connor, L.J.; Martin, E.C. 1973. Components of pollination of commercial strawberries in Michigan. HortScience 8:304-306.

Craig, C.H. 1983. Seasonal abundance of *Lygus* spp. (Heteroptera: Miridae) on alfalfa in Saskatchewan. Can. Entomol. 155: 329-331.

Darrow, G.M. 1966. The strawberry, Holt, Rinehart and Winston, New York, 447 p.

Day, W.H. 1987. Biological control efforts against *Lygus* and *Adelphocoris* spp. infesting alfalfa, in the United States, with notes on other associated mirid species. *in* Economic importance and biological control of *Lygus* and *Adelphocoris* in North America. (Ed.: Hedlund, R.C. and H.M. Graham), pp. 20-39, USDA, ARS-64.

Day, W.H.; Hedlund, R.C.; Saunders, L.B.; Coutinot, D. 1990. Establishment of *Peristenus digoneuti* (Hymenoptera: Braconidae), a parasite of the tarnished plant bug (Hemiptera: Miridae), *in* the United States. Environ. Entomol. 19: 1528-1533.

de Oliveira, D.; Pion, D.S.; Paradis, R.O. 1983. Entomogamie et production du fraisier Redcoat, *Fragaria* x *ananassa* Duch., au Québec. Bull. Soc. Entomol. Fr. 88:356-359.

de Oliveira, D.; Savoie, L.; Vincent, C. 1991. Pollinators of cultivated strawberry in Quebec. Acta Hortic. 288: 420-424.

Drea, J.J.Jr.; Dureseau, L.; Rivet, E. 1973. Biology of *Peristenus stygicus* from Turkey, a potential natural enemy of *Lygus* bugs in North America. Environ. Entomol. 2: 278-280.

Eaton, G.W.; Chen, L.J. 1969a. Effect of captan on strawberry pollen germination. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 94: 558-560.

Eaton, G.W.; Chen, L.J. 1969b. Strawberry achene set and berry development as affected by captan sprays. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 94: 565-568.

Free, J.B. 1968. The pollination of strawberries by honeybees. J. Hortic. Sci. 43: 107-111.

Gwynn, A.M. 1938. Rapport de l'entomologiste. Severe, Ministère de l'Agriculture de l'Ouganda, 92.

Khanizadeh, S.; Buszard, D. 1987 - Effects of the Fungicides Captan and Easout on Strawberry (*Fragaria* X *ananassa* Duch.) Fruit Development. Adv. Strawberry Prod. 6:27-31.

Khattat, A.R. 1978. The relation between population density and population movement of *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) (Hemiptera: Miridae) and crop damage. Thèse de doctorat, Université McGill, Montréal (Canada), 173 pp.

Lim, K.P.; Stewart, R.K. 1976. Laboratory studies of *Peristenus pallipes* and *P. pseudopallipes* (Hymenoptera: Braconidae), parasitoids of the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (Hemiptera: Miridae). Can. Entomol. 108: 815-821.

Lindquist, R.K.; Sorensen, E.L. 1970. Interrelationships among aphids,tarnished plant bugs, and alfalfas. J. Econ. Entomol. 63: 192-195.

Loan, C.C. 1965. Life cycle and development of *Leiphron pallipes* Curtis (Hymenoptera: Braconidae, Euphorinae) in five mirid hosts in the Belleville district. Proc. Entomol. Soc. Ont. 95: 115-121.

Loan, C.C. 1969. Two new parasites of the tarnished plant bug *in* Ontario: *Leiophron pseudopallipes* and *Euphoriana lygivora* (Hymenoptera: Braconidae, Euphorinae). Proc. Entomol. Soc. Ont. 100: 188-195.

Loan, C.C.; Craig, C.H. 1976. Euphorinae parasitism of *Lygus* spp. in alfalfa in western Canada (Hymenoptera: Braconidae; Heteroptera: Miridae). Naturaliste Can. 103: 497-500.

MacLeod, G.G. 1933. Some examples of varietal resistance of plants to insect attacks. J. Econ. Entomol. 26: 62- 66.

Mailloux, G.; Bostanian, N.J. 1989. Presence-absence sequential plans for management of *Lygus lineolaris* (Hemiptera: Miridae) on strawberry. Environ. Entomol. 18: 829-834.

Mailloux, G.; Bostanian, N.J. 1991. The phenological development of strawberry plants and its relation to tarnished plant bug seasonal abundance. Adv. Strawberry Prod. 10: 30-36.

McGregor, S.E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. Washington (DC), USDA/ARS Handbook 496. Nye, W.P.; Anderson, J.L. 1974 - Insect pollinators frequenting strawberry blossoms and the effect of honey bees on yield and fruit quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99: 40-44.

Oda, Y. 1991. The strawberry in Japan. *in* The strawberry into the 21st Century. (Ed.: A. Dale and J.J. Luby), pp 36-46. Timber Press, Portland (Oregon)

Painter, R.H. 1929. The biology of the tarnished plant bug, *Lygus pratensis* L., Thèse de maîtrise, Université McGill, 171 pp.

Petkov, V.G. 1965. Proutchavane za utchastieto na ptchelite pri oprachvaneto na iagodata. [Studies on the participation of bees in strawberry pollination]. Gradinar. i Lozar. Nauka 2: 421-431 (en bulgare).

Pion, S. 1980 - La pollinisation du fraisier (*Fragaria* X *ananassa* Duch.), du pommier (*Malus pumila* Mill.) et du framboisier (*Rubus strigosus* Michx) par les insectes. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, Montréal, 180 p.

Pion, S.; de Oliveira, D.; Paradism, R.O. 1980. Agents pollinisateurs et productivité du fraisier Redcoat, *Fragaria x ananassa* Duch. Phytoprotection 61: 72-78.

Roberts, W. 1982 - Developmental thresholds of the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois), and a model for predicting

activity on peach. Thèse de maîtrise, Université de Guelph (Ontario), 95 pp.

Rosati, P. 1991. The strawberry in Europe. *in* The strawberry into the 21st Century. (Ed.: A. Dale and J.J. Luby), pp. 27-35. Timber Press, Portland (Oregon).

Schaefers, G.A. 1980. Yield Effects of Tarnished Plant Bug Feeding on June-Bearing Strawberry Varieties in New York State. J. Econ. Entomol. 73:721-725.

Schaefers, G.A. 1981. Pest Management systems for strawberry insects. CRC Handbook of Pest Management in Agriculture (Ed. D. Pimentel), pp. 377-393. Vol. III, CRC Press, Boca Raton, Fla.

Scott, D.R. 1977. Selection for *Lygus* bug resistance in carrot. HortScience 12: 452.

Seeley, T.D. 1985. Honeybee Ecology, A Study of Adaption in Social Life. Monographs in Behavior and Ecology, Princeton Univ. Press, Princeton (New Jersey), 201 p.

Skrebtsova, N.D. 1957. The role of honey bees in strawberry pollination. Pchelovodsvo 34:334-337 (en russe).

Sohati, P.H.; Stewart, R.K.; Boivin, G. 1989. Egg parasitoids of the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (P. de B.) (Hemiptera: Miridae) in Quebec. Can. Entomol. 121: 1127-1128.

Taksdal, G. 1961. Ecology of plant resistance to the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (P. de B.). Thèse de maîtrise, Cornell University, Ithaca (New York), 94 pp.

Taksdal, G. 1963. Ecology of plant resistance to the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris*. Ann. Soc. Entomol. Amer. 56: 69-74.

Tingey, W.M.; Pillemer, E.A. 1977. *Lygus* bugs: crop resistance and physiological nature of feeding injury. Bull. Entomol. Soc. Amer. 23: 277-287.

Vincent, C.; de Oliveira, D.D.; Bélanger, A. 1990. The management of insect pollinates and pests in Quebec Strawberry plantations. Pages 177-192 in Bostanian, N.J.; Wilson, L.T.; Dennehy, T.J.; eds. Monitoring and integrated management of arthropod pests of small fruit crops. Intercept, Andover, V.K.

Wheeler, A.G.Jr. 1974. Studies on the arthropod fauna of alfalfa. VI. Plant bugs (Miridae). Can. Entomol. 106: 1267-1275.

Young, O.P. 1986. Host plants of the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (Heteroptera: Miridae). Ann. Entomol. Soc. Amer. 79: 747-762.

ANNEXE

LISTE ANNOTÉE DES VÉGÉTAUX ATTAQUÉS PAR LA PUNAISE TERNE

Essences forestières (pépinières)

Conifères
Douglas taxifolié
Mélèze
Pin à racines nues

Arbres fruitiers

Cerisier
Poirier, pacanier
Pommier
Prunier à pruneaux
Prunier à prunes, coing
Vigne, pêcher

Petits fruits

Fraisier
Framboisier
Groseiller
Mûrier

Fleurs commerciales maraîchères

Aster
Balsamine
Capucine
Chrysanthème
Coeur-saignant
Cosmos
Dahlia
Geranium
Glaïeul
Giroflée
Gueule-de-loup
Immortelle
Impatiente
Iris
Marguerite Shasta
Oeillet
Pavot
Pivoine
Pois de senteur
Renoncule
Rose
Rose trémière
Rudbeckie
Sauge
Sauge ornementale
Souci
Tournesol
Verveine
Zinnia

Cultures potagères

Asperge
Aubergine, endive
Bette à cardes
Betterave
Brocoli
Carotte
Céleri
Chou
Concombre
Courge
Épinard
Escarole
Fèverole
Haricot de Lima
Laitue
Moutarde
Navet
Oignon
Poivron
Pois
Pomme de terre
Radis
Raifort
Tomate

Cultures fourragères

Lotier corniculé
Luzerne
Soja
Trèfle

Autres

Blé et
autres graminées
Colza
Maïs sucré
Tabac
Tournesol

Mauvaises herbes

Printemps

Barbarée vulgaire	:	*Barbarea vulgaris*
Fraisier sauvage	:	*Fragaria* spp.
Molène vulgaire	:	*Verbascum thapsus* L.
Petite oseille	:	*Rumex acetosa* L.
Petite herbe à poux	:	*Ambrosia artemisiifolia* L.
Vergerette annuelle	:	*Erigeron annuus* (L.) Pers.

Été

Amarante réfléchie	:	*Amaranthus retroflexus* L.
Bourse-à-pasteur	:	*Capsella bursa-pastoris* (L.)
Carotte sauvage	:	*Daucus carota* L.
Centaurée jacée	:	*Centaurea jacea* L.
Chénopode blanc	:	*Chenopodium album* L.
Crépis des toits	:	*Crepis tectorum* L.
Eupatoire perfoliée	:	*Eupatorium perfoliatum* L.
Marguerite blanche	:	*Chrysanthemum leucanthemum* L.
Matricaire odorante	:	*Matricaria matricarioides* (Less.)
Mélilot blanc	:	*Melilotus alba* Desr.
Mélilot officinal	:	*Melilotus officinalis* (L.) Lam.
Millepertuis perforé	:	*Hyperium perforatum* L.
Moutarde des champs	:	*Sinapsis arvensis* L.
Moutarde noire	:	*Brassica nigra* (L.) Koch
Moutarde blanche	:	*Sinapsis alba* L.
Tanaisie vulgaire	:	*Tanacetum vulgare* L.

Automne

Ambroisie à feuille d'armoise	:	*Ambrosia artemisiifolia* L.
Aster ponceau	:	*Aster puniceus* L.
Aster simple	:	*Aster simplex* Willd
Chardon des champs	:	*Cirsium arvense* (L.) Scop.
Fausse herbe à poux	:	*Iva xanthifolia* Nutt.
Ortie dioïque	:	*Urtica dioica* L.
Verge d'or du Canada	:	*Solidago canadensis* L.
Verge d'or rugueuse	::	*Solidago rugosa* Mill.
Verge d'or graminifoliée	:	*Solidago graminifolia* (L.)
Vergerette du Canada	:	*Erigeron canadensis* L. (=*Conyza canadensis* (L.)(Crong)

